Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова»

ТЕХНИЧЕСКИЕ УНИВЕРСИТЕТЫ: ИНТЕГРАЦИЯ С ЕВРОПЕЙСКИМИ И МИРОВЫМИ СИСТЕМАМИ ОБРАЗОВАНИЯ

Материалы VIII Международной конференции
(Россия, Ижевск, 23–24 апрель 2019 г.)

В двух томах

Том 1

Издательство ИжГТУ
имени М. Т. Калашникова
Ижевск 2019

УДК 378(06)
ББК 74.580я4
Т38

Редакционная коллегия

Председатель
В. П. Грахов, доктор экономических наук, профессор, редактор

Члены коллегии:
А. Л. Кузнецов, доктор экономических наук, профессор, проректор по качеству образования и аккредитации; **А. В. Рябчиков**, кандидат технических наук, доцент, директор Института международных образовательных программ; **Ю. А. Шихов**, доктор педагогических наук, профессор, кафедра «Профессиональная педагогика»; **Ю. Н. Семин**, доктор педагогических наук, профессор, кафедра «Профессиональная педагогика»; **Р. А. Галиахметов**, доктор экономических наук, профессор, директор института «Цифровая экономика»; **Г. Н. Первушин**, доктор технических наук, профессор, директор Института строительства и архитектуры имени В. А. Шумилова; **Ю. О. Михайлов**, доктор технических наук, профессор, директор Института «Современные технологии машиностроения, автомобилестроения и металлургии»; **И. О. Архипов**, кандидат технических наук, доцент, директор Института «Информатика и вычислительная техника»; **А. В. Абилов**, кандидат технических наук, доцент, декан приборостроительного факультета; **В. А. Баранов**, доктор филологических наук, профессор, зав. кафедрой «Лингвистика»

Т38 **Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми системами образования** : материалы VIII Междунар. конф. (Россия, Ижевск, 23–24 апреля 2019 г.) : в 2 т. Т. 1. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2019. – 624 с.

ISBN 978-5-7526-0832-2 (Т. 1). – ISBN 978-5-7526-0831-5

Представлены материалы VIII Международной конференции, проходившей в рамках Международного форума «Качество образования – 2019».

УДК 378(06)
ББК 74.580я4

ISBN 978-5-7526-0832-2 (Т. 1)
ISBN 978-5-7526-0831-5

© ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2019
© Оформление. Издательство ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2019

Секция 1. ИНТЕРНАЦИОНАЛИЗАЦИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

А. А. Айзикович, кандидат физико-математических наук, доцент
зав. кафедрой «Прикладная математика и информатика»
Тел. +7 (3412) 77-60-55, доб. 1276, e-mail: aizikovich@istu.ru
Н. А. Рычина, старший преподаватель
кафедра «Прикладная математика и информатика»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. +7 (3412) 77-60-55, доб. 1276, e-mail: rytchina@yandex.ru

Характеристика выпускных квалификационных работ специальности «Прикладная информатика»

Приводится краткий анализ тематики дипломных проектов студентов среднего профессионально образования по специальности 09.02.05 «Прикладная информатика», выполненных на кафедре «Прикладная математика и информатика» Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова.

Ключевые слова: среднее профессиональное образование; прикладная информатика; дипломное проектирование.

Программа подготовки техников-программистов по специальности 09.02.05 «Прикладная информатика» среднего профессионального образования (СПО) ориентирована на реализацию принципов приоритета практико-ориентированных знаний выпускника, формирования потребности к постоянному развитию и инновационной деятельности в профессиональной сфере, в том числе и к продолжению образования, формирования готовности принимать решения и профессионально действовать в нестандартных ситуациях. При этом областью профессиональной деятельности выпускников являются обработка информации, разработка, внедрение, адаптация, сопровождение, продвижение программного обеспечения и информационных ресурсов отраслевой направленности, наладка и обслуживание оборудования в производст-

© Айзикович А. А., Рычина Н. А., 2019

венных, обслуживающих, торговых организациях, административно-управленческих структурах, обеспечение проектной деятельности.

Подготовка специалистов заканчивается государственной итоговой аттестацией (ГИА), целью которой является установление соответствия уровня и качества профессиональной подготовки выпускников требованиям федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) СПО и работодателей. Государственная итоговая аттестация по программам подготовки специалистов среднего звена СПО в соответствии с ФГОС специальности 09.02.05 включает подготовку и защиту выпускной квалификационной работы (ВКР) – дипломного проекта. Методическое обеспечение и сопровождение ВКР идет на протяжении всего периода выполнения этого этапа в обучении студентов [1, 2]. При этом кафедрой естественным образом используется более чем сорокалетний опыт подготовки инженеров и бакалавров прикладной математики [3].

Тематика ВКР имеет практико-ориентированный характер, а ее выполнение предполагает реализацию следующих образовательных и профессиональных целей:

– систематизация, закрепление и совершенствование полученных студентами знаний и умений в области общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей (вида профессиональной деятельности);

– формирование умений творчески применять теоретические знания в процессе практического решения поставленной проблемы;

– использование современных методов, средств и технологий разработки объектов профессиональной деятельности;

– формирование и развитие навыков самостоятельной исследовательской деятельности, экспериментирования;

– расширение технического кругозора;

– овладение методологической культурой;

– приобретение навыков использования учебной, научной литературы по специальности.

Кроме того, студенты, ориентированные на получение высшего образования, получают полезные навыки выполнения и оформления выпускных квалификационных работ [4].

Проведем сравнительную характеристику ВКР по итогам двух выпусков техников-программистов, обучающихся на базе основного общего образования.

В 2017 г. было подготовлено 22 специалиста, из них 6 человек (27 %) выполняли реальные проекты на предприятиях. В 2018 г. уже 14 выпу-

скников (33 %) из 42 выполнили такие проекты. Тематика этих работ, а также их исполнителей представлены ниже:

– «Создание внутрибанковского приложения учета заявок пользователей» (студент Вовк К. А.);

– «Разработка веб-сайта для предприятия АНО ДПО РЦПК «Профессионал» (студент Иванов В. М.);

– «Методы и способы защиты информации в сетях компании Белкамнефть» (студент Кетрис Р. А.);

– «Разработка программного комплекса для автоматизации процессов проведения экспертизы учебных изданий и мониторинга выполнения плана изданий университета (база данных)» (студентка Килина М. С.):

– «Разработка автоматизированного рабочего места для предприятия «Изготовление памятников» (студентка Лекомцева А. А.);

– «Разработка и администрирование базы данных для сети магазинов электроники “Zeon” (студент Пикулев М. А.);

– «Создание маркетингового онлайн сервиса» (студентка Ардышева А. Б.);

– «Разработка электронных образовательных технологий в виде электронного тренажера к учебнику английского языка для 2 класса» (студентка Ветчанина П. А.);

– «Разработка сайта для предприятия по ремонту и обслуживанию средств измерения массы» (студент Воронцов А. А.);

– «Разработка сайта предприятия Управляющая компания «Комфорт» (студент Касаткин И. А.);

– «Разработка базы данных и программного интерфейса к ней для столярной мастерской» (студент Князев М. В.);

– «Разработка электронного пособия с интерактивными элементами по теме «Изобразительное искусство» (студентка Ковалева С. Г.);

– «Разработка сайта КЛК «Индиго Кэт» (студент Насретдинов Ф. Ф.);

– «Разработка сайта предприятия по продаже и установке пластиковых окон» (студентка Петрова И. А.);

– «Разработка сайта питомника SHONBOB'S» (студентка Саляхова А. Д.);

– «Разработка коммерческого веб-сайта для предприятия» (студентка Соловьева И. В.);

– «Разработка сайта питомника VAVRAline» (студент Сомов И. М.);

– «Усовершенствование сети на предприятии ООО «Санаторий Ува» (студент Стяжкин А. А.);

– «Разработка готового сайта на системе 1С-Bitrix для платформы Market-place» (студент Терентьев Н. А.);

– «Программируемый контроллер вентиляторов TiLink» (студент Хузяхметов А. А.).

Дипломные проекты, выполненные остальными студентами, имеют преимущественно направления:

– создание сайтов;

– создание электронных учебников, тестов;

– разработка баз данных;

– разработка автоматизированных информационных систем;

– разработка мультимедийных приложений.

Таким образом, как видно из представленной тематики, выполненные выпускные квалификационные работы будущими техниками-программистами представляют законченные проектные или технологические разработки. Студентами решаются актуальные задачи по обработке информации; разработке, внедрению, адаптации, сопровождению программного обеспечения и информационных ресурсов в соответствие с ФГОС специальности 09.02.05. Дипломное проектирование повышает качество подготовки студентов и формирует необходимые компетенции для их дальнейшей профессиональной деятельности [4].

Список литературы

1. *Айзикович, А. А*. Организационно-методическое обеспечение профильного обучения / А. А. Айзикович, Е. Ю. Васильева, Н. А. Рычина // Управление непрерывным образованием: структура, содержание, качество : сб. науч. ст. VI Междунар. науч.-практ. конф. (28 марта 2008 г., Россия, Екатеринбург). – Екатеринбург : УГПУ, 2008. – С. 95–96.

2. *Рычина, Н. А*. Организация методического обеспечения специальности СПО «Прикладная информатика» // Прикладная математика и информатика : сб. ст. науч.-метод. конф. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2018. – С. 86–88.

3. Самостоятельная работа студентов направления «Прикладная математика» / А. А. Айзикович [и др.] // Прикладная математика и информатика : сб. ст. науч.-метод. конф. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2018. – С. 61–79.

4. *Айзикович, А. А.* Обучение студентов техникума, ориентированных на получение высшего образования / А. А. Айзикович, Н. А. Рычина // Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми системами образования : материалы VI Междунар. конф. (Россия, Ижевск, 22–23 апр. 2014 г.). – Ижевск : Изд-во ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2014. – С. 306–307.

Е. И. Архипова, кандидат педагогических наук, доцент,
зав. кафедрой «Английский язык»
E-mail: arkaei@mail.ru
Э. Г. Крылов, доктор педагогических наук, доцент,
профессор кафедры «Английский язык»
E-mail: 649526@mail.ru
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 7275

Система подготовки преподавателей неязыковых дисциплин к реализации образовательных программ на английском языке в вузе

Рассматриваются особенности обучения иностранных студентов в отечественных вузах. Показана объективная необходимость системной подготовки преподавателей неязыковых дисциплин к реализации образовательных программ на английском языке в техническом университете. Подготовка преподавателей происходит на курсах повышения квалификации в объеме двух модулей. В основе первого модуля находится методика интегративного билингвального обучения и положения тезаурусного подхода к организации иноязычного профессионального знания, обеспечивающие тесное взаимодействие актов познания и коммуникации. Практико-ориентированный второй модуль нацелен на совершенствование культуры общения в международном академическом сообществе. Приводятся составляющие элементы системы подготовки.

Ключевые слова: иностранные студенты; обучение; языковой барьер; методические сложности; преподаватели; учебно-методические комплексы; повышение квалификации; интегративное билингвальное обучение; тезаурусный подход.

В последние годы значительно увеличилось количество студентов-иностранцев, обучающихся в российских технических университетах, что является следствием как общемировых тенденций, так и установок Министерства науки и высшего образования РФ. Обучение иностранцев происходит практически по всем видам образовательных программ, к которым относятся включенное обучение по согласованным учебным планам, обучение по программам двойных дипломов, по российским учебным планам в бакалавриате, магистратуре, аспирантуре и др.

© Архипова Е. И., Крылов Э. Г., 2019

Интернационализация высшего образования потенциально способствует повышению его качества. Стимулирующее воздействие при этом могут оказывать такие факторы, как необходимость поддержания п**р**естижа отечественного образования перед иностранными гражданами; научное и методическое взаимодействие с зарубежными академическими институтами, отправляющими студентов в Россию; необходимость согласования учебных планов и рабочих программ, учета в них достижений мировой науки; использование форм и методов обучения, практикующихся в зарубежных образовательных институтах, – открытая образовательная система обладает лучшими возможностями для развития и поддержания высокой конкурентоспособности.

Однако появление новых возможностей неизбежно сопровождается и новыми вызовами для академической среды. Наиболее очевидными и встречающимися во всех образовательных учреждениях являются языковые и методические сложности.

Как правило, при поступлении иностранных студентов в российские вузы им предлагается освоить ускоренный курс русского языка (1–2 семестра). Такой курс действительно помогает студентам пройти социальную адаптацию. Как правило, он объективно (в силу краткости обучения и загруженности студентов) не может гарантировать приобретение студентами языковой компетентности, включающей языковые и когнитивные знания, навыки, речевые умения, способность и готовность к осуществлению эффективной коммуникации на русском языке в процессе обучения общепрофессиональным и специальным дисциплинам в техническом университете. Значительная часть приезжающих в Россию студентов владеет, помимо родного, одним иностранным языком. В большинстве случаев это английский язык (исключением могут являться китайские студенты).

Исходя из объективных условий следует признать, что обучение иностранных студентов должно проводиться на смешанной, билингвальной основе, с преобладанием на первых курсах иностранного (английского, китайского, немецкого или другого) языка и с постепенным переходом на русский язык по мере его усвоения студентами. Для краткосрочных периодов обучения, таких как включенное семестровое обучение, стажировки, проектирование образовательного процесса на английском языке становится практически безальтернативным.

Помимо необходимости преодоления языкового барьера, организация обучения иностранных студентов сопряжена со сложностями общедидактического характера. К ним можно отнести: различие содержательных и организационных аспектов образовательных про-

грамм и учебных планов отечественных и зарубежных вузов, проявляющееся [1]:

– в отличии перечня учебных дисциплин и порядка их изучения;

– различии форм и методов построения самого учебного процесса;

– необходимости специальных билингвальных учебно-методических комплексов дисциплин, составленных в отечественной традиции и учитывающих мировой опыт, зафиксированный в иноязычных аутентичных текстовых материалах;

– особенностях межкультурной коммуникации в профессиональной области, связанных с различиями в формулировках понятий, принятых в иноязычных курсах и усвоенных студентами сокращений, обозначений, мнемонических формул, наличии устойчивых концептов, не имеющих точных аналогов в отечественных курсах, и наоборот;

– необходимости поддержания и развития у иностранных студентов мотивации к учению на неродном для них языке.

Языковые и дидактические аспекты проблемы являются взаимосвязанными. При проектировании и реализации образовательного процесса интегрирующая роль принадлежит преподавателю, обеспечивающему взаимодействие когнитивной и коммуникативной сфер обучающихся, стимулирующему их интеллектуальное развитие в многочисленных, разноплановых актах коммуникации. Поэтому система подготовки преподавателей неязыковых дисциплин к реализации образовательных программ на английском языке в вузе является актуальной, важной и необходимой в современных условиях.

Система подготовки, осуществляемая в рамках программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки, направлена на дальнейшее совершенствование иноязычной коммуникативной компетентности преподавателей в отношении предметной профессиональной деятельности, а также ряда компетенций, связанных с дидактикой билингвального образовательного процесса и методикой преподавания. В ее составе присутствуют две подсистемы: методической подготовки и языковой подготовки, реализующиеся, соответственно, в первом и втором модулях программы.

Первый модуль программы (34 часа) посвящен методике интегративного обучения образовательным дисциплинам и иностранному языку. Во вводной части определяется место интегративного обучения в системе иноязычной профессиональной подготовки, проводится сравнительный анализ основных его положений, устанавливаются отношения этого вида обучения с предметно-языковым интегрированным обучением (*CLIL*) [2] и преподаванием/изучением учебных дисциплин на английском языке (*EMI*). И и то и другое активно развива-

ется в университетских центрах Европы и Китая. Отечественная концепция интегративного обучения находится в том же тренде, однако, по нашему мнению, имеет ряд преимуществ.

Интегративное обучение осуществляется на основании ряда принципов [3], из которых ведущим является принцип интегративности в целевом и содержательно-организационном направлениях на всех этапах, интегративность является сущностной характеристикой рассматриваемого типа образовательного процесса, определяющей его цель, направленность и результаты. В рамках освоения методики подробно рассматриваются компоненты сложной системы иноязычной профессиональной коммуникативной компетентности, содержание, средства и формы реализации интегративного билингвального обучения [3].

В силу специфики преподавания неязыковых дисциплин, насыщенных терминологией, особое внимание при реализации первого модуля уделяется методике составления глоссария по предметной области и способам его предъявления, а также тезаурусному подходу к организации профессионального (предметного) лексикона [4, 5]. Активному усвоению иноязычной профессиональной лексики должен способствовать учебный процесс, построенный на принципе проблемности, и использующий методические приемы привлечения логико-семантических диаграмм, анализа примеров словообразования на основании ряда признаков, многократного повторения устойчивых вербальных формул при описании явлений профессиональной жизни, обсуждения теоретических аспектов дисциплин, организации решения задач [6] и др.

Еще одним атрибутивным качеством специальных дисциплин, преподаваемых в техническом университете, является их тесная связь с математикой, а также значительная вариативность форматов представления информации. Поэтому описание графиков, диаграмм, рисунков, чтение формул и обозначений на английском языке целенаправленно отрабатывается в рамках лекционных и практических занятий, предусмотренных первым модулем.

В основе учебного процесса, реализуемого на английском языке в вузе, находятся лекции. Первый модуль программы включает раздел, в котором рассматриваются особенности чтения лекций на английском языке, а именно: характеристики эффективной лекции, трудности чтения лекций для иностранных студентов, структура лекции, алгоритм составления лекции или выступления на английском языке, презентационные навыки лектора, язык лекции-визуализации. Завершающая часть первого модуля посвящена основам английской риторики в произносительном и культурологическом аспектах.

По итогам обучения слушатели выполняют тестовые задания в СДО *Moodle*, представляют фрагменты лекций на английском языке, а также проходят онлайн тестирование в рамках подготовки к сдаче международных экзаменов (*Cambridge Assessment English*).

При освоении ***второго модуля*** программы (134 часа) в фокусе внимания находится культура общения в международном академическом сообществе. Подробно рассматриваются идеология глобального образования, программы международного бакалавриата, обсуждаются культурно обусловленные особенности обучающих и учебных стратегий в разных странах (*Cultural prospective*), технология «Разговорный английский клуб» (*Toastmaster's club*) при обсуждении таких тем, как *Cultural aspects: individualism and collectivism*, *Inventions and innovations in different fields of science* и др.

Важной частью второго модуля программы является работа обучающихся с оксфордским онлайн-курсом *Academic English* в соответствии с уровнем их языковой подготовки. Слушатели получают уникальный опыт совершенствования иноязычных речевых и коммуникативных навыков с носителями языка в ситуациях академического и профессионального общения. Достижения каждого слушателя фиксируются в формате шкалы общеевропейских компетенций владения иностранным языком (*Common European Framework of Reference*, *CEFR*).

Особенностью второго модуля является значительный объем самостоятельной работы обучающихся (72 часа) в форме педагогической практики. Слушатели получают проектное задание, планируют лекции или практические занятия на английском языке, демонстрирующие владение современными технологиями предметно-языкового интегративного обучения, защищают проект, а также посещают занятий коллег.

Опыт реализации программы повышения квалификации в системе подготовки преподавателей неязыковых дисциплин к реализации образовательных программ на английском языке в 2018/19 учебном году в Ижевском государственном техническом университете имени М. Т. Калашникова для группы из 14 преподавателей показал ее высокую эффективность. Были достигнуты высокие объективные показатели, значительно повысилась мотивация преподавателей к осуществлению методической работы по планированию и проведению занятий на английском языке, слушатели высоко оценили содержание модулей и качество их реализации. Полученные результаты будут способствовать осуществлению образовательного процесса по неязыковым дисциплинам на английском языке для студентов-иностранцев на высоком уровне.

Список литературы

1. *Крылов, Э. Г.* Особенности обучения иностранных студентов инженерным дисциплинам // Высшее образование в России. – 2014. – № 2. – С. 146–150.
2. *Халяпина, Л. П.* Современные тенденции в обучении иностранным языкам на основе идей предметно-языкового интегрированного обучения (CLIL) // Вопросы методики преподавания в вузе. – 2017. – Т. 6. № 20. – С. 46–52.
3. *Крылов, Э. Г.* Интегративное билингвальное обучение иностранному языку и инженерным дисциплинам в техническом университете : дис. … д-ра пед. наук. – Екатеринбург, 2016. – 450 с.
4. *Архипова, Е. И.* Формирование иноязычного лексикона специалиста в интегративном обучении иностранному языку и дисциплинам профессиональной направленности : моногр. / Е. И. Архипова. – Ижевск, 2009. – 169 с.
5. *Архипова, Е. И.* Дидактическая организация англо-русского лексикона-тезауруса как условие успешного развития иноязычной лексической компетенции будущих специалистов // Вестн. ИжГТУ им. М.Т. Калашникова. 2014. – № 4. – С. 188–190.
6. *Крылов, Э. Г.* Формирование профессионального иноязычного лексикона специалиста при обучении инженерному делу // Вестн. Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. Проблемы языкознания и педагогики. – 2018. – № 1. – С. 157–167.

Э. Р. Ахмедзянов, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Инженерная графика и технология рекламы»
О. В. Жуйкова, кандидат педагогических наук,
зав. кафедрой «Инженерная графика и технология рекламы»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 1272, e-mail: ig@istu.ru

Применение технологии 3D-печати в учебном процессе по дисциплинам «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика»

В статье показана необходимость развития у студентов инновационного мышления и роль в этом аддитивных технологий. Приведен пример внедрения и использования технологии FDM-печати в учебном процессе при изучении дисциплин «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика» на кафедре «Инженерная графика и технология рекламы» в Ижевском государственном техническом университете.

Ключевые слова: 3D-печать; FDM-технология; начертательная геометрия; инженерная графика.

© Ахмедзянов Э. Р., Жуйкова О. В., 2019

Одной из современных тенденций в проектировании и визуализации различных объектов является применение аддитивных технологий (англ. *Additive Technologies*). Появившиеся в 80-х годах прошлого века методы послойного изготовления изделия на основе трехмерной модели существенно отличаются от традиционных подходов, основанных на удалении материала путем механической обработки. Исходным сырьем для изделия служат пластики, бумага, керамические или металлические порошки и их связки различными способами (термическим, диффузионным, клеевым). Ряд подобных технологий (*SLA*, *SLS*, *IJM*, *LOM*) применяются в промышленности и требуют применения достаточно дорого оборудования [1]. В качестве недорогой альтернативы им выступает технология *FDM* (*Fused Deposition Modeling*) – послойная печать расплавленной полимерной нитью, применяемая для получения единичных изделий, приближенных по своим функциональным возможностям к серийным.

К настоящему времени стоимость технологии *FDM*-печати снизились до уровня, приемлемого для использования в домашних условиях и учебном процессе. Применение унифицированных комплектующих (направляющих, профилей *OpenBuilds*, экструдеров, шаговых двигателей, плат контроллеров и т. д.) позволяет подобрать 3D-принтер с достаточным уровнем качества и производительности в пределах 15–20 тыс. руб. Простейшие принтеры, приобретаемые в разобранном состоянии из Китая, обходятся энтузиастам менее 10 тыс. руб. Стоимость расходных материалов для данной техники находится в приемлемых рамках и составляет 1–2 тыс. руб. за 1 кг.

В связи с ростом доступности описанной технологии появляется возможность применения подобных устройств в повседневной жизни и в образовании. Например, в работе [2] рассмотрены основные организационные и методические проблемы внедрения 3D-принтеров в учебный процесс высших учебных заведений.

Рассмотрим основные направления, в которых может быть использована технология *FDM*-печати в учебном процессе при преподавании дисциплин «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика», а также близких к ним по содержанию.

Одной из особенностей освоения курса «Начертательная геометрия» является необходимость формирования у обучающегося образно-пространственного мышления. Способность мыслить пространственными образами, возникшая как необходимость ориентации среди объектов материального мира, служит не только средством познания разнообразных предметов и явлений, но и является необходимым условием развития его потенциальных творческих способностей. Сформированное

пространственное мышление становится базой развития специальных способностей и предпосылкой успешного овладения научно-технической деятельностью и конструкторским мышлением.

Развитие пространственного мышления у многих современных студентов вызывает комплекс серьезных психолого-педагогических проблем, относящихся к развитию образной составляющей интеллекта. Одним из путей решения данных проблем является повышение наглядности преподаваемой дисциплины. Значительным шагом в этом направлении стало внедрение в учебный процесс презентационного мультимедийного оборудования, позволяющего с высоким качеством демонстрировать аудитории сложные построения. Тем не менее для части студентов такой подход к представлению информации является недостаточным, для восприятия пространственных объектов им необходимо видеть сам объект и оценить его особенности до начала выполнения собственных графических построений. Выходом в данной ситуации является формирование модельного фонда объектов, подлежащих построению на аудиторных занятиях. Оборудовать аудиторию необходимыми для обучения образцами и макетами, полученными на основе технологии 3D-печати, можно за относительно короткий срок при низких затратах. При этом рассматриваемые объекты могут отличаться в зависимости от направления подготовки и темы занятия.

Основными типами задач, в которых наиболее эффективно могут применяться макеты, сформированные с помощью технологии 3D-печати, являются:

– нахождение проекций точек и линий на поверхностях;

– построение проекций фигур с вырезами;

– позиционные задачи на пересечение прямой с поверхностью или пересечение двух поверхностей.

На кафедре «Инженерная графика и технология рекламы» Ижевского государственного технического университета в данный момент ведутся работы по формированию описанного модельного фонда. Подготовлен ряд моделей по перечисленным выше типам задач. Типичные размеры одной модели 60–80 мм, время изготовления составляет 1,5–2,5 часа. На рис. 1 приведены примеры образцов модельного фонда по дисциплине «Начертательная геометрия».

Схожий подход, основанный на создании модельного фонда с помощью технологии 3D-печати, может применяться и на занятиях по дисциплине «Инженерная графика». Существенно снижается необходимость поиска деталей и узлов, изготовленных в условиях промышленного производства. С помощью макетов объектов можно улучшить понимание следующих тем:

– построение проекционных чертежей деталей;
– виды соединений;
– сборочный чертеж.

Рис. 1. Примеры макетов, используемых в преподавании начертательной геометрии

Примеры образцов макетов по дисциплине «Инженерная графика» приведены на рис. 2.

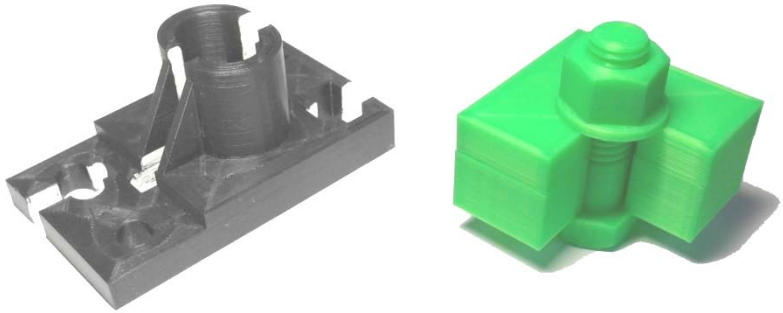


Рис. 2. Примеры макетов, используемых в преподавании инженерной графики

В настоящее время процесс формирования профессиональных компетенций студентами, обучающимися в вузах, часто заканчивается после теоретического освоения и решения простейших задач, не доходя до практического применения полученных знаний. При изучении инженерной графики и технического черчения все в большем объеме применяется компьютерная графика, которая позволяет автоматизировать выполнение классических чертежей и повысить их качество, а также разработать трехмерную твердотельную модель детали или сборочной единицы.

Большинство технических вузов используют программные продукты отечественной и зарубежной разработки, направленные на решение описанных задач, чаще всего это КОМПАС-3D, *AutoCAD*, *SolidWorks* и др. Полученная в результате выполнения задания трехмерная модель значительно повышает наглядность итогового построения, но не гарантирует точность и качество моделирования. При подготовке трехмерной модели в системе САПР на компьютере погрешности и ошибки визуально можно не выявить, в особенности, если у проектировщика нет достаточного опыта, но по готовому образцу изъяны конструкции становятся очевидны.

В данный момент в вузах создание работающего макета проектируемого изделия является задачей, недоступной для большинства обучающихся. Только часть студентов старших курсов, задействованная в научно-исследовательской работе, имеет такую возможность. Основными причинами этого являются необходимость наличия оборудования и навыков работы на нем, а также затраты на инструменты и материалы. Применение 3D-печати на основе *FDM*-технологии позволяет частично решить эту проблему.

К сожалению, относительно низкая скорость печати и ограниченная доступность техники пока не позволяют внедрить технологии прототипирования в учебный процесс начальных курсов обучения в полном объеме. Возможность создания макета реального изделия в большей степени актуальна при выполнении курсовых работ и курсовых проектов, когда необходим творческий подход к проектированию, начиная от идеи, нахождения решения, к реализации готового продукта. Тем не менее осваивать работу на 3D-принтере студентам можно сразу после изучения 3D-моделирования, т. к. в отличие от традиционных технологий производства для работы с ними не требуется специальная подготовка, а соответствующее программное обеспечение (*Cura*, *Repetier-Host*) является бесплатным и достаточно легко осваивается.

Список литературы

1. Технологии 3D-печати // 3D TODAY. – URL: https://3dtoday.ru/wiki/3D_print_technology/ (дата обращения: 01.02.2019).

2. *Трухина, Н. В*. Организационные и методические проблемы внедрения 3D-принтеров в учебный процесс / Н. В. Трухина, Б. В. Гаврилюк. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionnye-i-metodicheskie-problemy-vnedreniya-3d-printerov-v-uchebnyy-protsess (дата обращения: 01.02.2019).

А. Н. Багровникова, старший преподаватель
кафедры «Экономика и управление организацией»
Тел. 8 (905) 874-63-99, e-mail: redmarceline679@gmail.com
С. В. Багровникова, кандидат философских наук, доцент,
доцент кафедры «Философия и социология»
Тел. 8 (912) 877-40-09, e-mail: svetwladi@gmail.com
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Концептуальные положения устойчивого развития системы инженерного образования

Гармоничное развитие производства, социальной сферы, населения и окружающей природной среды осуществляется на основе построения концепции устойчивого развития образования. В данной статье рассматриваются вопросы, посвященные понятию «устойчивое развитие», его философские и исторические аспекты, проводится категориальный анализ терминов «устойчивость» и «развитие». Раскрываются концептуальные положения устойчивого развития инженерного образования. Делается вывод о необходимости стремления общества к устойчивому развитию в целях преодоления глобальных проблем и сохранения человечества.

Ключевые слова: устойчивое развитие; инженерное образование; среда обитания; устойчивость; бинарность; стандартизированность; эмпиризм; синтез; последовательность.

Человек, являясь по своей природе биосоциокультурноэкзистенциальным существом, взаимодействует со своей средой обитания с помощью трудовой деятельности и технологий, тем самым преобразовывая ее из *естественной* в *неестественную*. Неестественная среда обитания может считаться иррациональной, т. к. в ней искусственные человеческие потребности превалируют над биологическими, а научно-технический прогресс достигается за счет потребительского отношения к природным ресурсам, что приводит к возникновению глобальных проблем. Научно-технический прогресс по своей природе деструктивен, а возрастающие потребности человека наносят непоправимый вред окружающей среде, что устанавливает проблему поиска нового пути развития общества.

Концепция, созданная для поиска этого безопасного пути, направленная на решение глобальных проблем человечества и дальнейшее развитие научно-технического прогресса, при этом не только не исто-

© Багровникова А. Н., Багровникова С. В., 2019

щая природные ресурсы, но создавая баланс, позволяющий сохранить их для последующих поколений, получила название *концепции устойчивого развития* [1].

В основе категории «устойчивое развитие» положены такие понятия, как «устойчивость» и «развитие». Понятие устойчивости является междисциплинарным и применяется в различных науках. Слово «устойчивость», в свою очередь, образовано от слова «устой», означающего «прочно укоренившуюся традицию, основополагающее начало, основу чего-либо». В Большой советской энциклопедии «устойчивость» трактуется как «способность системы автоматического управления нормально функционировать и противостоять различным неизбежным возмущениям (воздействиям) [2]. В данной энциклопедии дается понятие «устойчивость равновесия» – «равновесие механической системы устойчиво, если при малом возмущении (смещении, толчке) точки системы во все последующее время мало отклоняются от их равновесных положений; в противном случае, равновесие неустойчиво».

В данных определениях наблюдается общий для всех основной признак устойчивости – способность системы сохранять свои свойства, качества под воздействием постоянно меняющейся внешней среды.

Понятие «развитие», как и любое другое, рассматривается учеными-экономистами с различных точек зрения. Согласно Новой философской энциклопедии 2003 г., под развитием следует понимать «высший тип движения и изменения в природе и обществе, связанный с переходом от одного качества, состояния, к другому, от старого к новому» [3]. В толковом словаре Д. Н. Ушакова понятие «развитие» трактуется как «процесс перехода из одного состояния в другое, более совершенное» [4].

Понятие «развитие» характеризует качественные изменения, которые могут затрагивать изменение состава, связей и характера функционирования объекта, при этом не всегда с увеличением масштабов деятельности. Количественные изменения (назовем их структурными сдвигами) могут повлечь за собой качественные изменения функционирования объекта, другими словами, привести к развитию.

В первую очередь, необходимо отметить, что основополагающие принципы устойчивости экономических систем, лежащие в основе концепции устойчивого развития, были сформулированы французским ученым Анри Луи Ле-Шателье в виде следующих условий [5]:

– при устойчивом развитии экономическая система должна быть равновесна, т. е. процессы синтеза и разложения должны быть сбалансированы;

– при внешнем воздействии экономическая система должна отвечать внутренними компенсирующими процессами;

– компенсирующие процессы экономической системы осуществляются благодаря управленческим воздействиям.

Сама идея устойчивого развития впервые была высказана в начале XX века В. И. Вернадским. В настоящий момент существует множество определений этого понятия. Например, в определении А. Д. Урсула [6] сформулирована следующая идея: человечество способно удовлетворять свои нынешние потребности без ущерба для последующих поколений удовлетворить свои потребности в будущем. Таким образом, возможно будет сочетать научно-технический прогресс и неограниченно долгое безопасное существование человечества, повышение уровня жизни и решение экологических проблем.

Категория «устойчивое развитие» в своей многоцелевой направленности допускает в качестве приоритетного направления отказ от потребительского отношения к природным ресурсам, заменяя его безопасным развитием техносферы и стабильностью окружающей природной среды, их гармоническим взаимодействием в пределах установленных ограничений. Данное взаимодействие имеет своей целью обеспечение стабильности всех сфер жизни общества, сохранение для будущих поколений ресурсов жизнеобеспечения окружающей среды.

Управление устойчивым развитием в общем случае предполагает построение моделей различных вариантов и направлений развития, прогнозирование результатов и принятие решения на основе выбора из них оптимального [7].

Обоснование концептуальных положений устойчивого развития требует прежде всего анализа его исторического аспекта. Данный анализ представлен в табл. 1.

Таким образом, исторически устойчивое развитие складывается из следующих, взаимосвязанных друг с другом факторов: состояние техносферы, окружающей внешней среды (экосферы) и общества. В 1992 г. в Декларации об окружающей среде и развитию был отражен принцип взаимодействия данных категорий. Именно в этот период в зарубежной литературе начал подниматься вопрос создания таких условий, которые бы обеспечивали одновременное решение проблем экономического роста, сохраняя при этом стабильность социальной и экологической ситуации, тем самым формируя концепцию устойчивого развития в масштабах мирового сообщества. В связи с этим изучение и использование зарубежного опыта устойчивого развития социоэколого-экономических систем в российской практике в то время становится необходимым условием.

Таблица 1. **Исторические аспекты возникновения термина «устойчивое развитие»**

Период	Предпосылки возникновения	Эволюция термина
Начало XVIII века	А. Тюрго обосновал закон убывающего плодородия почвы	Термина «устойчивое развитие» в период XVIII – начало XX веков не существовало, однако ученые того времени осознавали существования противоречия между необходимостью экономического роста и возможностью биосферы обеспечить эти потребности. Осознание близкой экологической катастрофы на фоне истощения ресурсов, ухудшения качества природной среды и увеличения численности населения заставляет ученых задуматься о необходимости обеспечения сбалансированного использования ресурсов, иными словами, устойчивого развития социоэколого-экономических систем
1798 г.	Английский экономист Т. Р. Мальтус в своем труде «Опыт о законе народонаселения» сформулировал положение, согласно которому жизненный уровень падает из-за того, что рост средств существования растет по арифметической прогрессии, а рост населения – по геометрической прогрессии	
Начало XX века	Ж. Б. Ламарк высказывает убеждение, что человеку суждено истребить себя после того, как он сделает Землю непригодной для обитания	
	В. И. Вернадский рассматривал окружающую среду и деятельность человека интегрированно, в единой системе «природа – общество». Он полагал, что в биосфере идет вещественный энергетический обмен между живыми веществами и косными телами, который вызывается живым веществом и стремится к равновесию, и человечество должно вписываться в это равновесие, как в условие своего существования, а не нарушать его	
Начало 1970-х гг.	Первое упоминание понятия «устойчивое развитие»	Эквивалентно терминам «экономическая устойчивость» и «организационная устойчивость»
1993 г., 1979 г.	Глобальные энергетические кризисы	Выявление непосредственной связи между проблемами окружающей среды, экономическим и социальным развитием. «Социоэколого-экономическая устойчивость»

Окончание табл. 1

Период	Предпосылки возникновения	Эволюция термина
1992 г.	Создание Международной комиссии при ООН в Рио-де-Жанейро (Рио-92).	В Декларации об окружающей среде и развитию определяется стратегия развития человечества, исходя из принципа “sustainable development”, что в переводе с английского обозначает сам термин «устойчивое развитие»
1995–1996 гг.	Правительством РФ принята «Программа устойчивого развития», издан Указ Президента РФ от 01.04.96 № 440 о «Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию»	«Концепция» предусматривает решение экономических проблем устойчивого развития с использованием научного потенциала, формированием национальной стратегии, сбалансированности условий развития, соотношение промышленности с окружающей средой. Таким образом, с этого момента термин «устойчивое развитие» закреплён законодательно

Существуют различные теоретические формулировки термина «устойчивое развитие» (табл. 2). Данные определения свидетельствуют о том, что мировое сообщество ориентировано на глобализацию и устойчивое развитие с сохранением ресурсной базы, обеспечивающей удовлетворение потребностей нынешнего поколения, не нанося при этом ущерба будущим поколениям, экономического и социального равновесия.

Как следует из табл. 2, законодательство Российской Федерации понимает устойчивое развитие как «гармоничное развитие производства, социальной сферы, *населения* и окружающей природной среды». Гармоничное развитие населения, в первую очередь, реализуется через концепцию *образования*. Тем не менее можно говорить о том, что на сегодняшний момент в России не существует еще сложившейся, зрелой системы образования. Отмечалось, что «Россия находится к настоящему времени в начальной стадии формирования системы образования для устойчивого развития. Отдельные инициативы, мероприятия и проекты постепенно формируют новую сферу образования, возникновение которой обусловлено как вызовами времени, так и возможностями использования потенциала отечественных научных и педагогических достиже-

ний» [8]. Однако предпосылки для создания системы устойчивого развития образования, в частности инженерного, на основе богатого исторического опыта образовательной системы и ряда научных школ, существуют. Система устойчивого развития инженерного образования в России может быть основана на следующих положениях (табл. 3).

Таблица 2. **Основные определения понятия «устойчивое развитие»**

Источник	Формулировка
Декларация первой Конференции ООН по окружающей среде (Стокгольм, 1972 г.)	«Устойчивое развитие» – модель движения вперед, при которой достигается удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения людей, не нанося при этом ущерба возможностям, оставляемым в наследство будущим поколениям для удовлетворения их собственных потребностей
Всемирная комиссия по окружающей среде и развитию (Комиссия премьер-министра Норвегии Гру Харлем Брундтланд, 1983 г.)	«Устойчивое развитие» – модель поступательного развития общества, при которой достигается удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения без лишения такой возможности будущих поколений людей
Материалы Всемирного банка	«Устойчивое развитие» – управление совокупным капиталом общества в интересах сохранения и приумножения человеческих возможностей
Законодательство Российской Федерации	«Устойчивое развитие» – гармоничное развитие производства, социальной сферы, населения и окружающей природной среды

Таблица 3. **Концептуальные положения устойчивого развития системы инженерного образования**

Аспект	Содержание аспекта
Бинарность	Сочетание в образовательном процессе парадигм классического (социально-философского, лингвистического, экономического, географического) и инженерного (технического, биологического, экологического) образования
Стандартизированность	Содержание образовательных программ среднего и высшего образования должно иметь общую направленность на концепцию устойчивого развития
Эмпиризм	Создание в высших учебных заведениях лабораторий, базовых кафедр, учебных центров, занимающихся вопросами устойчивого развития

Окончание табл. 3

Аспект	Содержание аспекта
Синтез	Переход к устойчивому развитию должен осуществляться на основе синтеза науки и образования (появление научно-образовательного процесса)
Последовательность	Инженерное образование должно осуществляться в три этапа: дошкольном, школьном и вузовском. Дошкольный этап следует рассматривать не как подготовку к школьному образованию, а, в первую очередь, как путь становления технического мировоззрения, систему ценностей взаимоотношения окружающего мира и человека. Школьный этап предполагает ориентирование на поиск самими обучающимися актуальных проблем и возможных решений для них, а также ценностного отношения к природе и обществу. Вузовский этап предполагает формирование у обучающегося, помимо социально-экономических, технических и экологических компетенций

Следует отметить, что при отсутствии специальным образом организованного образования и просвещения человечество в принципе не сможет перейти к устойчивому развитию и последующим за ним формам цивилизационного процесса, гарантирующим его выживание и безопасное неопределенно долгое существование [9]. Устойчивое развитие образования должно быть направлено на осуществление глобальной цели – передаче будущим поколениям ценностей и информации, направленной на решение глобальных проблем, преодоление кризисов, становление информационного общества, а в общем смысле – и выживании человечества.

Список литературы

1. *Багровникова, А. Н.* Философские аспекты устойчивого развития Гуманитарное образование и наука в техническом вузе : сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Ижевск, 24–27 окт. 2017 г.). – Ижевск : Изд-во ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2017. – С. 26–32.

2. Большая Советская Энциклопедия / под ред. О.Ю. Шмидт. – М. : Сов. энцикл., 1992. – 921 с.

3. Новая философская энциклопедия / Науч.-ред. совет: В. С. Стёпин, А. А. Гусейнов, Г. Ю. Семигин, А. П. Огурцов. – М. : Мысль, 2000. – Т. 1–4. – 2659 с.

4. *Ушаков, Д. Н.* Толковый словарь современного русского языка: Около 100000 слов. – М. : Аделант, 2013. – 800 с.

5. *Рокотянская, В. В.* Генезис социоэколого-экономического подхода к определению уровня устойчивого развития региона. – М. : Изд-во Рос. гос. экон. ун-та им. Г. В. Плеханова, 2012. – № 2. – С. 77–81.

6. *Урсул, А. Д.* Национальная идея и глобальные процессы: безопасность, устойчивое развитие, ноосферогенез // NB: Национальная безопасность. – 2013. – № 2.

7. *Багровникова, А. Н.* Особенности исследования экономической сущности устойчивого развития промышленных предприятий // Вестн. ИжГТУ им. М. Т. Калашникова. – 2017. – Т. 20. № 4. – С. 69–76.

8. Рекомендации парламентских слушаний на тему «Об участии Росийской Федерации в реализации стратегии ЕЭК ООН образования в интересах устойчивого развития» // На пути к образованию для устойчивого развития в России. – М. : ГЕОС, 2006. – С. 64–70.

9. *Урсул, А. Д.* Ключевая роль образования в достижении целей устойчивого развития / А. Д. Урсул, Т. А. Урсул // Социодинамика. – 2016. – № 4. – С. 1–18.

М. Ю. Ватолкин, кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры «Прикладная математика и информатика»
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 1276, e-mail: vmyu6886@gmail.com
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

О преподавании дискретной математики на специальности 09.02.05 «Прикладная информатика»

Отражены особенности преподавания автором в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова курса «Дискретная математика», читаемого им студентам среднего профессионального образования, проходившим обучение и обучающимся на кафедре «Прикладная математика и информатика». Приведен тематический план содержания лекционного материала по данному курсу с учетом требований, предъявляемых Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 09.02.05 «Прикладная информатика (по отраслям)» к преподаванию дисциплины «Дискретная математика», автором даны некоторые методические указания и рекомендации к проведению занятий.

Ключевые слова: дискретная математика; минимизация булевых функций; общие и профессиональные компетенции; самостоятельная работа студентов; типовой расчет.

© Ватолкин М. Ю., 2019

К дискретной математике относят такие области математического знания, как теория множеств, математическая логика, комбинаторика, функции алгебры логики, методы минимизации булевых функций, теория графов и сетей.

Дискретная математика была и остается наиболее динамичной областью знаний, т. к. наиболее значимой ее областью применения является область компьютерных технологий. На грани дискретной математики и программирования появляются новые дисциплины, такие как разработка и анализ вычислительных алгоритмов, комбинаторные алгоритмы [1], нечисленное программирование, алгоритмизация процессов и другие.

Дискретная математика изучается во всех университетах и институтах, где осуществляется подготовка специалистов в области программирования, математики, а также по экономическим и гуманитарным направлениям.

Студентам среднего профессионального образования кафедры «Прикладная математика и информатика», обучающимся по специальности 09.02.05 «Прикладная информатика (по отраслям)», на втором курсе обучения читается курс «Дискретная математика».

Изучение этой дисциплины является обязательным требованием ФГОС среднего профессионального образования по специальности 09.02.05 «Прикладная информатика (по отраслям)» (Приказ Минобрнауки России от 13.08.2014 г. № 1001 «Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 09.02.05 г. «Прикладная информатика (по отраслям)» (Зарегистрировано в Минюсте России 25.08.2014 № 33795)).

Более конкретно, в рамках изучения математического и общего естественно-научного учебного цикла (*индекс учебного цикла – ЕН.00, всего часов максимальной учебной нагрузки обучающегося (час/нед.) – 270, в том числе часов обязательных учебных занятий – 180*) ***изучение дисциплины «ЕН.02. Дискретная математика» предусматривается*** структурой программы подготовки специалистов среднего звена, которая приводится в этом Федеральном государственном образовательном стандарте.

В структуре программы подготовки специалистов среднего звена ***прописаны требования к умениям и знаниям*** обучаемого.

А именно, в результате изучения обязательной части учебного цикла ЕН.00 (применительно к дисциплине «ЕН.02. Дискретная математика») обучающийся должен:

уметь:

– применять методы дискретной математики;

– строить таблицы истинности для формул логики;

– представлять булевы функции в виде формул заданного типа;

– выполнять операции над множествами, применять аппарат теории множеств для решения задач;

– выполнять операции над предикатами;

– исследовать бинарные отношения на заданные свойства;

– выполнять операции над отображениями и подстановками;

– выполнять операции в алгебре вычетов;

– применять простейшие криптографические шифры для шифрования текстов;

– генерировать основные комбинаторные объекты;

– находить характеристики графов;

знать:

– логические операции, формулы логики, законы алгебры логики;

– основные классы функций, полноту множеств функций, теорему Поста;

– основные понятия теории множеств, теоретико-множественные операции и их связь с логическими операциями;

– логику предикатов, бинарные отношения и их виды;

– элементы теории отображений и алгебры подстановок;

– основы алгебры вычетов и их приложение к простейшим криптографическим шифрам;

– метод математической индукции;

– алгоритмическое перечисление основных комбинаторных объектов;

– основы теории графов;

– элементы теории автоматов.

Кроме того, в структуре программы подготовки специалистов среднего звена приведены ***компетенции*** (общие компетенции – ОК и профессиональные компетенции – ПК), которые должны сформироваться у обучаемого в результате изучения дискретной математики:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 1.1. Обрабатывать статический информационный контент (*контент – (от англ.* ***content*** *– содержание) –это абсолютно любое информационно значимое либо содержательное наполнение информационного ресурса или веб-сайта, статический контент – это тот материал, который неизменен, он публикуется один раз, в таком виде и остается*).

ПК 1.3. Осуществлять подготовку оборудования к работе.

ПК 2.1. Осуществлять сбор и анализ информации для определения потребностей клиента.

ПК 2.2. Разрабатывать и публиковать программное обеспечение и информационные ресурсы отраслевой направленности со статическим и динамическим контентом на основе готовых спецификаций и стандартов.

ПК 2.6. Участвовать в измерении и контроле качества продуктов.

ПК 3.3. Проводить обслуживание, тестовые проверки, настройку программного обеспечения отраслевой направленности.

ПК 4.2. Определять сроки и стоимость проектных операций.

Чтобы удовлетворить требованиям, предъявляемым Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 09.02.05 «Прикладная информатика (по отраслям)» к преподаванию дисциплины «Дискретная математика», читаемый автором курс дискретной математики состоит из пяти частей.

Кратко охарактеризуем каждую из частей.

Часть I (Введение в теорию множеств) содержит изложение основных понятий теории множеств: элементы, отношения, соответствия и операции над ними, позволяющие продемонстрировать известные методы решения задач в теории множеств. В первой части также изучаются основы алгебры вычетов и их приложение к простейшим криптографическим шифрам.

Часть II (Введение в математическую логику) содержит теоретические сведения, необходимые для того, чтобы научить студентов существующим методам решения задач по математической логике. Излагаемый теоретический материал позволяет охватить также большое разнообразие задач по функциям алгебры логики.

Часть III (Элементы комбинаторики) посвящена изложению основных понятий комбинаторики: перестановки, размещения, сочетания, формула включений и исключений, перестановки и сочетания с повторениями, биномиальная и полиномиальная формулы, комбинаторные тождества, некоторые комбинаторные алгоритмы и алгоритмы генерирования основных комбинаторных объектов.

Часть IV (Функции алгебры логики (ФАЛ) и методы их минимизации) включает рассмотрение следующих тем: логические операции, равносильные преобразования, основные классы ФАЛ, полные системы ФАЛ, критерий полноты. Минимизация ФАЛ представлена в компактной форме основными принципами построения наиболее простых и распространенных методов минимизации ФАЛ в различных базисах.

Часть V (Введение в теорию графов) посвящена изложению основных понятий теории графов: определение графа, классификация графов, связность графа, общие задачи на графах, независимые и доминирующие множества, деревья, эйлеровы и гамильтоновы графы, плоские графы, раскраска графа, алгоритмические задачи на графах.

Цель преподавания дискретной математики заключается в том, чтобы научить студентов не просто основам этого предмета, но и показать его роль в современных компьютерных технологиях, вооружить студентов методами, применяемыми для решения широкого круга задач.

Равномерная и интенсивная подготовка студентов под контролем преподавателя способствует лучшему усвоению студентами изучаемых тем, даёт возможность более качественно подготовиться к семестровому экзамену по дискретной математике, закладывает фундамент для изучения дисциплин, связанных с программированием.

Автором совместно с доктором физико-математических наук, профессором Н. И. Калядиным разработано новое учебно-методическое пособие [2]. Оно предназначено, в первую очередь, для студентов среднего профессионального образования кафедры «Прикладная математика и информатика», обучающихся по специальности 09.02.05 «Прикладная информатика (по отраслям)».

Это учебно-методическое пособие предназначено для формирования и развития следующих умений и знаний у студентов (см. тот же Федеральный государственный образовательный стандарт):

студент учится уметь:

– применять методы дискретной математики;

– выполнять операции над множествами, применять аппарат теории множеств для решения задач;

– исследовать бинарные отношения на заданные свойства;

– выполнять операции над отображениями;

студент будет знать:

– основные понятия теории множеств, теоретико-множественные операции и их связь с логическими операциями;

– бинарные отношения и их виды;

– элементы теории отображений.

Предлагаемое учебно-методическое пособие будет способствовать развитию у студентов следующих компетенций:

ОК 1–4, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.6.

Необходимость написания данного пособия, на наш взгляд, объясняется тем, что оно активизирует самостоятельную работу студентов и благоприятствует более глубокому изучению дискретной математики (по поводу методов активизации самостоятельной работы студентов, обучающихся на кафедре ПМИ, см. работу [3]).

Подбор материала пригоден для использования пособия в качестве руководства к проведению практических занятий. Первая часть пособия содержит формулировки заданий. Уровень сложности предлагаемых заданий соответствует лекционному материалу, излагаемому студентам. К каждой теме приведены краткие теоретические сведения, что делает возможным использовать в случае необходимости предлагаемое учебно-методическое пособие независимо от имеющихся учебников по дискретной математике. Во второй части пособия содержатся достаточно подробные образцы решения задач в соответствии с темами, отраженными в первой части.

В дисциплине «Дискретная математика» также изучается раздел «Алгебра логики». В этом разделе возникает задача минимизации формул, описывающих функции алгебры логики, которую называют задачей минимизации булевых функций. В настоящее время наибольшее распространение получил «классический» базис, состоящий из операций отрицания, конъюнкции и дизъюнкции.

Появление новых технологий в создании и расширении элементной базы цифровых автоматов (дискретных преобразователей) вызывает интерес к рассмотрению методов минимизации и в других («неклассических») базисах, а, именно, в базисах, состоящий из функций Шеффера или Вебба.

Поэтому автором предлагается учебно-методическое пособие [4], в котором приведены задания на наиболее простые и распространенные методы минимизации как в «классических» базисах, так и в «неклассических». Построенный по принципу самоучителя сборник типовых расчетов [4] содержит тексты задач и демонстрирует методы их решения. Материал сборника дает возможность студентам научиться самостоятельно решать задачи по разделу «Минимизация булевых функций» курса «Дискретная математика».

Задачи, содержащиеся в пособии, должны быть использованы для организации домашней самостоятельной работы студентов.

Список литературы

1. *Иванов, Б. Н*. Дискретная математика. Алгоритмы и программы: учеб. пособие – М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 288 с.

2. *Ватолкин, М. Ю.* Сборник заданий с образцами решений задач по дискретной математике для студентов среднего профессионального образования (задачи по теории множеств) / М. Ю. Ватолкин, Н. И. Калядин. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2019. – 64 с.

3. *Айзикович, А. А*. Организация самостоятельной работы студентов на специальности «Прикладная математика» в ИжГТУ / А. А. Айзикович, Е. Н. Баженова, Т. С. Быкова // Современные проблемы профессионального технического образования : материалы Междунар. науч.-метод. конф. – Йошкар-Ола : МарГТУ, 2010. – С. 4–7.

4. *Ватолкин, М. Ю*. Типовой расчет по минимизации булевых функций для студентов среднего профессионального образования. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2019. – 68 с.

Т. Г. Возмищева, кандидат физико-математических наук, доцент
Кафедра «Прикладная математика и информатика»
Тел. (3412) 77-60-55, e-mail: tavo@mail.ru
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Фундаментальные знания и информационные технологии в научно-исследовательской работе студентов в техническом университете

Обсуждается связь теории и практики в образовательном процессе, соотношение фундаментальных знаний и информационных технологий при решении инженерных и научно-исследовательских задач. Показано, что необходимо модифицировать методы обучения студентов, по-разному ориентированных на использование современных информационных технологий.

Ключевые слова: фундаментальные знания; информационные технологии; высшее образование.

Введение

На современном этапе развития высшей школы большую роль в образовательном процессе приобретает практическое применение полученных теоретических знаний. В математических дисциплинах теория занимает особое место. Студентов технических университетов сложно мотивировать на самостоятельное изучение теории, вполне естественно, что они больше предпочитают практические занятия или приложения фундаментальных знаний. Поэтому в процессе обучения важно при изложении новой темы начинать с постановки прикладной задачи и метода ее решения, далее привести геометрическую иллюстрацию и интерпретировать полученные результаты. Роль геометрии чрезвычайно важна как в построении модели, так и в ее исследовании при различных значениях параметров, сравнительном анализе. Решение задачи, описывающей модель реального явления, способствует пониманию теоретических выкладок. И хотя построенная модель, возможно, упрощает реальный процесс, она дает представление, в каких областях естествознания применяются фундаментальные знания. Арнольд писал: «*Математика – часть физики. Физика – экспериментальная, естественная наука, часть естествознания. Математика – это та часть физики, в которой эксперименты дешевы*».

© Возмищева Т. Г., 2019

Проблема заключается еще и в том, что существует разрыв между уровнем полученных теоретических знаний и практическими навыками, между требованиями к студенту в учебном учреждении и требованиями к дипломированному специалисту со стороны работодателя, что также требует модернизации процесса обучения и повышения его результативности [1, 2].

Студенты на основе полученных фундаментальных знаний должны обладать навыками построения математических моделей технических и научно-исследовательских задач и их решения с помощью информационных технологий.

Связь теории и практики в образовательном процессе

Представим сравнительный анализ предпочтений соотношения теории и практики студентами Института «Информатики и вычислительная техника» (ИИВТ) и приборостроительного (П) факультета ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, совершенно по-разному ориентированных на использование современных информационных технологий в учебном процессе. Были опрошены студенты, обучающиеся по различным направлениям. Учитывалось, что студенты ИИВТ и П-факультета в значительной степени дифференцированы по уровню знаний по информатике и по отношению к методам обучения математическим дисциплинам (таблица).

Фундаментальные знания, информационные технологии и практика

№ п/п	Вопросы	Ответ, %			
		факультет, институт	0	1	2
1	Что вы предпочитаете: выполнение курсовых и дипломных работ на кафедре (0) или во внешней организации (1)?	П	78	22	–
		ИИВТ	61	39	–
2	В какой степени вам нравится теория?	П	18	62	21
		ИИВТ	31	61	8
3	В какой степени вам нравится практика?	П	5	43	52
		ИИВТ	6	16	78
4	В каком представлении лучше воспринимается теоретический материал лекции:				
	а) презентация в виде слайдов (с комментариями Лектора)	П	24	49	27
		ИИВТ	6	31	63
	б) электронное представление	П	77	16	7
		ИИВТ	6	61	33
	в) классическое представление на доске	П	2	34	64
		ИИВТ	30	46	24

Примечание: 0 – не нравится; 1 – частично нравится; 2 – нравится.

Поставим следующие вопросы:

– существует ли разница между модернизированными курсами (с использованием новейших информационных технологий) и классическими курсами математических дисциплин с точки зрения студентов?

– что предпочитают студенты: больше практических занятий и консультаций или лекций, в которых в основном излагается достаточно сложный теоретический материал?

В таблице приведены ответы студентов ИИВТ и П-факультета на поставленные вопросы. Степень предпочтения оценивается с помощью цифр 0, 1, 2. Из ответов на первый вопрос видно, что студенты ИИВТ быстро адаптируются к внешней среде, т. е. к задачам внешней организации, поскольку связь с преподавателем не так важна, как для студентов П-факультета. Ответы на второй и третий вопросы определяют одинаковый интерес к теории. Однако студенты ИИВТ более активно проявляют направленность на решение практических задач. Информационные технологии способствуют прохождению более короткого пути от теории к практике. Таким образом, студенты ИИВТ больше предпочитают электронное представление информации с возможностью навигации, наличием онлайн-калькуляторов и разобранных примеров (активно усваивают алгоритм решения задачи). Они более изолированы и друг от друга, и от преподавателя, поэтому система студент-компьютер (интернет) более замкнута. Основное взаимодействие с преподавателем происходит при контактном обучении на лекциях и практических занятиях или опосредовано через социальные сети. Студенты П-факультета, естественно, выбирают непосредственное общение с преподавателем, т. е. контактное обучение. Консультации и обсуждение практических задач, методов решения, конечно, вызывают значительный интерес.

На основе анализа полученных результатов преподаватель может модифицировать методы обучения студентов. Выделим следующие направления модификации.

1. Обсуждение практических задач на консультациях и через социальные сети.

2. Интенсификация самостоятельной работы студентов.

3. Изучение новых современных тем. Особый интерес представляют задачи на стыках наук, когда используются фундаментальные знания смежных наук.

4. Разработка инженерных задач на основе математических моделей с использованием информационных технологий.

5. Проектная работа.

Это дает возможность добиться максимальной заинтересованности студентов в изучении математических дисциплин.

Использование фундаментальных знаний и информационных технологий в исследовании практических задач

В качестве примеров тесной взаимосвязи фундаментальных знаний и информационных технологий в постановке и решении практических задач, анализе полученных результатов приведем ВКР, выполненные под руководством автора на кафедре прикладной математики и информатики. Первая работа посвящена исследованию модели войны или сражения на основе модели Лотки – Вольтерра, качественному анализу, а также численному расчету траекторий модели при различных значениях параметров.

Эта математическая модель, она же модель «хищник – жертва», чрезвычайно интересна, имеет широкий спектр применения, с помощью нее можно описать множество процессов в различных областях человеческой деятельности, где присутствуют конкурирующие отношения. Рассмотрим модель военных действий с точки зрения математики (не пытаясь ответить на этот вопрос с точки зрения философии), без эмоциональной чистой науки. Полученные результаты исследования разработанной модели, качественный и численный анализ дают возможность предопределить исход войн и, возможно, избежать их в будущем!

Естественно при исследовании поставленной задачи использовать компьютерное моделирование, поскольку оно дает возможность учитывать большое количество параметров, определяющих эволюцию динамической системы, строить графики, прогнозировать развитие и благоприятный исход конкурирующего процесса. Рассматривалась усложненная модель с дополнительными слагаемыми:

$$\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = -by - \beta xy + c, \\ \dfrac{dy}{dt} = -ay - \varphi xy + e. \end{cases}$$

Слагаемые $-\beta xy$ и $-\varphi xy$ задают одновременную гибель солдат, например, при артиллерийских обстрелах. Параметры c и e задают влияние армий союзников на ход сражения. В случае отсутствия союзников, т. е. при $c = 0$ и $e = 0$ возможны два случая:

1. Союзников нет ни у одной из армий, модель переходит в классическую модель Лотки – Вольтерра.

2. Если отсутствуют союзники (одновременно) и коэффициенты β и φ равны нулю, модель переходит в классическую модель сражения Ланкастера.

Значения параметров β и φ зависят от мощности оружия собственной армии, т. е. от a и b. Чем больше параметр a, тем больше β. Это связано с тем, что чем мощнее оружие армии, тем больше вероятность гибели своих солдат при атаке противника (аналогично, чем больше b, тем больше φ).

Модифицированная модель Ланкастера имеет несомненные достоинства по сравнению с классической моделью в отношении точности описания исследуемой системы (войны или сражения) и приближения модели к реальности. В модифицированной модели Ланкастера присутствуют слагаемые, отсутствующие в классической модели, что приводит к появлению новых интересных закономерностей.

Вторая работа посвящена разработке электронного издания по математической статистике, которое включает в себя основы теории, онлайн-решение практических задач с динамическими иллюстрациями. Разработанный онлайн-калькулятор может обрабатывать большие массивы данных, тем самым автоматизирует обработку результатов эксперимента. Рутинные громоздкие расчеты, которые характерны для теории вероятностей и математической статистики, произведенные достаточно быстро с помощью онлайн-калькулятора, позволяют моделировать задачи, анализировать и сравнивать полученные результаты. Для использования онлайн-калькулятора пользователю требуется лишь ввести исходные данные, далее подсчет ведет программа и на экран выводится результат вычислений.

Соотношение фундаментальных знаний и информационных технологий в рассмотренных задачах различно. В первой задаче на первом месте стоит математическая модель, которая исследуется с помощью информационных технологий, во второй задаче на первом месте в исследовании поставленной задачи стоит использование информационных технологий, на втором месте – теоретические знания математической дисциплины и умение применять их на практике. Таким образом, фундаментальные знания и информационные технологии тесно связаны между собой при решении инженерных и научно-исследовательских задач. Необходимо учитывать эту связь в образовательном процессе. В свою очередь, инженерные задачи связаны с фундаментальными знаниями математических дисциплин. Известный русский математик С. А. Чаплыгин, один из первых учеников Н. Е. Жуковского –

основоположника гидро- и аэродинамики, писал о своем учителе: «Он своей светлой и могучей личностью объединял в себе и *высшие математические знания и инженерные науки*. Он был лучшим *соединением науки и техники*, он был почти университетом».

Список литературы

1. *Возмищева, Т. Г.* Технологии билингвистического обучения курсу высшей математики в техническом вузе, развитие адаптации студента к изменению информационной среды / Т. Г. Возмищева, А. Г. Селетков // Технологии информационного общества – Интернет и современное общество : тр. XVII Всерос. объединенной конф. (СПб., 19–20 нояб. 2014 г.). – СПб. : Изд-во «Университет ИТМО», – 2014. – С. 313-316.

2. *Возмищева, Т. Г.* Обучение студентов профессиональным навыкам на основе разработки демонстрационных и мультидисциплинарных проектов // Инновации в образовании : сб. материалов науч.-метод. конф. преп. и сотр. ИжГТУ им. М. Т. Калашникова. – Ижевск, 2017. – С. 133–136.

А. А. Гареев, аспирант кафедры «Профессиональная педагогика»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. 8 (912) 762-85-98, e-mail: andrei.gareeff@yandex.ru

О профессионально ориентированных учебных блогах и решении с их помощью дихотомии «внутренняя – внешняя мотивация»

В статье рассматривается вопрос мотивации студентов высшей школы, обсуждаются различия и особенности внутренней и внешней мотивации, подчеркивается важность процесса интернализации ценностей и поведенческих норм в учебном процессе и предлагается решение проблемы мотивации студентов в виде педагогической модели на основе профессионально ориентированных учебных блогов.

Ключевые слова: блог; внешняя мотивация; внутренняя мотивация; интернализация; теория самодетерминации; модель.

Вопрос мотивации обучающихся является фундаментальным для образования, особенно в высшей школе. Учитывая, что традиционные методики и технологии, как правило, терпят неудачу, педагогам и исследователям приходится искать новые средства и разрабатывать но-

© Гареев А. А., 2019

вые методики для стимулирования активности студентов. При этом важно понимать, что основу разработанных моделей и технологий должна составлять научно обоснованная теоретическая база, а также понимание среды, в которой они реализуются.

В психолого-педагогической литературе выделяют два основных типа мотивации: внешнюю и внутреннюю. К *внутренней мотивации* относят деятельность, выполняемую ради нее самой, получая непосредственное от нее удовлетворение – феномен, впервые открытый при наблюдении различных видов животных, проявлявших игровой или исследовательский интерес к деятельности в отсутствие наград и поощрений. *Внешняя мотивация*, в свою очередь, характеризует деятельность, направленную на получение определенного внешнего, отделенного от деятельности, результата (например, похвала или отсутствие наказания).

Рассмотрим для начала последствия внешней мотивации в контексте современного высшего образования. Содержание высшего образования – а соответственно и требования к уровню подготовки выпускников вузов – составляется на основе рабочих программ и учебных планов. Последние разрабатываются исходя из требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) и профессиональных стандартов (ПС), соответствующих направлениям подготовки. Обязательное следование преподавателями и, соответственно, студентами налагаемым извне целям, вкупе со сложностью своевременного обновления вышеупомянутых стандартов и зачастую непониманием обучающимися необходимости в изучении определенных разделов и дисциплин, ожидаемо создает у студентов впечатление неактуальности содержания профессионального образования. Излишне ограниченный выбор содержания заданий и временами недостаточная компетенция самих обучающихся также снижают у них интерес к обучению.

Помимо этого, присущие многим отечественным вузам практики, такие как балльно-рейтинговая система, могут усилить у обучающихся впечатление того, что высшее образование никоим образом не учитывает их базовые потребности и долговременные цели. В дополнение ко всему завышенные ожидания преподавателей, стремящихся выполнить требования ФГОС и ПС, создают у обучающихся впечатление излишней требовательности со стороны педагогов.

Конечно, это вовсе не значит, что разработка государственных стандартов и вузовские практики лишены смысла. Скорее, наоборот: например, балльно-рейтинговая система не только позволяет измерять и анализировать успеваемость обучающихся, но и создает необходи-

мое давление для тех, у кого не хватает внутренней мотивации к выполнению требований того или иного курса.

Более того, из этого не следует, что при решении любых учебных задач мы должны стимулировать исключительно внутреннюю мотивацию студентов, никоим образом не задействуя внешнюю. Каждый из двух типов мотивации предназначен для решения определенных задач и имеет свои особенности. Так, если перед обучающимся стоит сложная и творческая задача, рассчитанная на длительный период времени, то, вероятно, имеет смысл сделать особый акцент на внутренней мотивации к такой деятельности, чтобы сохранить интерес и задействовать творческий потенциал студента. С другой стороны, в учебной программе вуза студент может столкнуться с темами или дисциплинами, на первый взгляд, не имеющими для него практической ценности, но необходимыми для освоения дальнейшего материала более высокой сложности. Здесь имеет смысл задействовать внешнюю мотивацию студента, например, за счет добавления баллов за активность на занятиях и выполненные работы.

Тем не менее в современном высшем образовании возникает другой вопрос: так называемая *интернализация* ценностей и поведенческих норм (в отечественной литературе подобное явление было описано А. Н. Леонтьевым как «сдвиг мотива на цель» [1]), т. е. усвоение обучающимся ценностей и норм, которые со временем, в процессе деятельности, преобразуются в личные мотивы, а после – непосредственно исходят от субъекта [2].

Стоит упомянуть, что внешняя мотивация имеет несколько различных форм, которые по-разному влияют на процесс интернализации. Так, категория «внешней регуляции» – поведения, направленного на удовлетворение какого-либо внешнего требования или получение предложенной извне награды – сопровождается ощущением у субъекта внешнего контроля над его деятельностью или отчужденностью, что препятствует интернализации. В то же время возникают ситуации так называемой «интегрированной регуляции», когда налагаемые требования и нормы полностью усваиваются субъектом или соответствуют его ценностям [2].

Исследования мотивации и процесса интернализации у обучающихся, проводимые американскими психологами Р. Райаном и Э. Деси, легли в основу разработанной ими теории самодетерминации. Эта теория постулирует, что у каждого существует три базовые психологические потребности: в автономии, компетентности и взаимосвязи с другими людьми. Поэтому для того, чтобы задействовать внутрен-

нюю мотивацию обучающегося к активной работе, необходимо удовлетворить все эти потребности.

Если вернуться к вопросу интернализации ценностей и норм, то можно добавить следующее: различие между формами внешней мотивации, как оказалось, состояло не только в том, как легко проходила интернализация. Ученые также заметили, что чем больше деятельность обучающихся регулировалась извне, тем меньше они демонстрировали интерес к работе, прилагали меньше усилий и чаще перекладывали вину на окружающих (например, преподавателей) в недостигнутых образовательных целях. Другие исследования только подтвердили важность того, что Райан и Деси назвали «автономией» – снижении контроля за деятельностью студентов, увеличении свободы действий и выбора заданий. Так, большая автономия в выполнении заданий, сопровождавшихся внешними стимулами, сопровождалась более высокой активностью и лучшей успеваемостью обучающихся, более высоким уровнем усвоения материала и лучшим психологическим самочувствием.

Пытаясь ответить на вопрос: как увеличить автономию внешне мотивированного поведения, психологии обнаружили, что обучающие склонны выполнять предлагаемые извне, сами по себе неинтересные задачи, если их деятельность ценится важными для них людьми: семьей, сверстниками, обществом. Отсюда был сделан вывод, что процесс интернализации ценностей извне стимулируется ощущением принадлежности к группе или обществу. В вузе это может быть ощущение поддержки и уважения со стороны преподавателя или одногруппников.

Для завершения процесса интернализации обучающемуся необходимо чувствовать прогресс на пути к заданной цели. Студент наверняка успешно выполнит задачу, если он понимает, для чего это нужно, и имеет достаточные для ее выполнения компетенции. Таким образом, поддержка процесса освоения навыков (например, путем подбора задач из зоны ближайшего развития студента и предоставления актуальной и своевременной обратной связи преподавателем) будет способствовать интернализации [2].

Таким образом, вне зависимости от типа мотивации, задействованной в учебном процессе, для эффективной работы обучающихся необходимо удовлетворить их потребности в автономии, компетентности и ощущении связанности с другими. В связи с этим автором было проведено исследование, в ходе которого была разработана модель организации самостоятельной работы студентов технического вуза, в которой эти потребности удовлетворяются благодаря использованию тех-

нологии профессионально ориентированных учебных блогов (следуя целям и задачам информатизации образования [3]).

Так, согласно предложенной модели [4], студентам предоставляется автономия в выборе средств и методов выполнения задачи – ведения блога по профессиональной тематике на английском языке. Ведение блога может выполняться как на персональном компьютере, так и на мобильном устройстве, тема блога ограничивается лишь специализацией обучающихся (в целях апробации модели было выбрано направление подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»), а ко времени выполнения задания предъявляется лишь требование регулярности (в нашем случае – публикация одной записи каждую неделю).

Что касается удовлетворения потребности студентов в компетенции, то уровень сложности анализируемой перед публикации информации и работы в целом адаптируется под текущий уровень иноязычной компетенции обучающегося. Кроме того, направленность тематики блога обеспечивает сосредоточенность студентов на своем профессиональном развитии и самоопределении [5], что также положительно сказывается на их внутренней мотивации к данной работе.

Третья потребность – в ощущении связанности с другими – удовлетворяется, с одной стороны, за счет своевременной обратной связи преподавателя, который готов решать как технические вопросы, так и связанные с иноязычной составляющей ведения блога. С другой стороны, за счет встроенной в блог-платформу функции комментариев организуется общение студентов-блогеров между собой, а оставление комментариев носителями языка, экспертами и преподавателями стимулирует обучающихся к повышению качества и объема публикаций.

Подводя итог, стоит отметить, что предложенная модель организации самостоятельной работы студентов с помощью технологии блогов отнюдь не является панацеей к решению дихотомии «внутренняя – внешняя мотивация». Во-первых, вполне вероятна успешная разработка других моделей и методик организации работы студентов, нацеленных на удовлетворении их базовых психологических потребностей. Во-вторых, текущая модель во многом может быть доработана. Так, для автоматизации процессов оценки учебных блогов студентов и предоставления им обратной связи возможно использование дополнительных программных средств, разработанных на основе принципов машинного обучения, которые минимизировали бы объем рутинных задач преподавателей и студентов-блогеров.

Список литературы

1. *Леонтьев, А. Н.* Деятельность, сознание, личность. – М. : Политиздат, 1975. – С. 304.
2. *Ryan, R. M.* Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions / R. M. Ryan, E. L. Deci // Contemporary educational psychology. – 2000. – Т. 25. №. 1. – С. 54–67.
3. *Кондратьев, В. В*. Информатизация инженерного образования. – [Казан. гос. технол. ун-т], 2005.
4. *Гареев, А. А*. Организация самостоятельной работы студентов на основе учебных блогов / А. А. Гареев, О. Ф. Шихова, Ю. А. Шихов // Образование и наука. – 2018. – Т. 20. – №. 3.
5. *Мирошниченко, А. А.* Рабочий XXI века: приоритет-профессиональное самоопределение / А. А. Мирошниченко, О. Н. Уткина // Образование и общество. – 2010. – №. 5. – С. 72–75.

С. А. Груздь, кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры «Высшая математика»
E-mail: lilyna@mail.ru
Н. А. Смирнова, старший преподаватель кафедры «Высшая математика»
E-mail: natal.an.smirnova@gmail.com
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Алгоритм получения индивидуальных заданий по математической статистике для самостоятельной работы студентов

Разработан алгоритм с использованием встроенных функций MathCAD для получения индивидуальных заданий по математической статистике по исследованию двумерных случайных величин. В блок программы включены расчеты основных характеристик случайных величин, для упрощения проверки преподавателем самостоятельной работы студента.

Ключевые слова: математическая статистика; программирование; двумерных вектор случайных чисел; задания для самостоятельной работы.

Дисциплина «Математическая статистика» изучается во многих высших учебных заведениях. Одной из задач математической статистики является проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности. Критерий согласия Пирсона предполагает сравнение эмпирических и теоретических частот. Для выполнения ин-

© Груздь С. А., Смирнова Н. А., 2019

дивидуальных самостоятельных заданий по этой дисциплине необходимо иметь большой объем эмпирических данных, которыми являются заданные выборки случайных величин. Для получения наилучшего результата удобнее задавать выборку со значениями в разбросанном виде, которую студент может самостоятельно структурировать и представить в виде вариационного ряда. Вычислив теоретические частоты, учащийся находит значение критерия согласия и может сделать выводы принадлежности его критической области или области принятия гипотезы [1].

Достаточно трудоемкой для преподавателя является задача подбора множества вариантов индивидуальных уникальных заданий с большими объемами выборки, которые бы подчинялись нормальному распределению. Такая же сложность возникает при изучении других видов распределений. При работе с двумерными случайными величинами задача усложняется.

Для решения этой проблемы предлагается воспользоваться встроенными функциями *MathCAD-rmorm* [2]. Данная функция задает выборку необходимого объема с нормальным распределением. Задавая двумерную матрицу и ставя условия по минимальным и максимальным значениям в нужных ячейках, с этой функцией можно получить и двумерный вектор случайных чисел, подчиняющихся нормальному распределению. При каждом новом запуске цикла получается уникальный набор чисел [3].

Встроенные функции *MathCAD* позволяют получить векторы случайных чисел, подчиняющихся и другим законам распределения. Достаточно заменить в цикле функцию *rnorm* на выбранную и поменять условия минимальных и максимальных значений в нужных ячейках.

Для упрощения проверки преподавателем самостоятельного индивидуального задания у студента в алгоритм добавлен второй блок расчетов, включающий в себя получение характеристик выборки, таких как дисперсия и среднеквадратичное отклонение. На выходе программа строит гистограмму и график полигона относительных частот группированной выборки.

Построенный алгоритм позволяет преподавателю получить множество уникальных наборов чисел, в том числе и двумерных, для составления индивидуальных заданий студентам по дисциплине «Математическая статистика». Проверка задания, выполненного студентом, упрощена тем, что значения основных характеристик выборки и их графическое представление мы также можем получить из алгоритма.

Список литературы

1. *Гмурман, В. Е.* Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пособие. – 12-е изд., перераб. – М. : Высшее образование, 2006. – 476 с.

2. Программирование в среде MathCAD : учеб.-метод пособие / сост. В. К. Толстых. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 128 с.: ил.

3. *Груздь, С. А.* Получение уникальных индивидуальных заданий по математической статистике / С. А. Груздь, Н. А. Смирнова // сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. «Педагогическое и психологическое образование: результаты научных исследований и их использование в образовательной практике». – Ижевск, 2018. – С. 67–68.

В. Г. Исаков, доктор технических наук,
профессор кафедры «Водоснабжение и водоподготовка»
А. А. Абрамова, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Водоснабжение и водоподготовка»
М. Ю. Дягелев, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Водоснабжение и водоподготовка»
А. М. Непогодин, старший преподаватель кафедры
«Водоснабжение и водоподготовка»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 3270, e-mail: vodosnab@istu.ru

Унификация учебных планов для дисциплин гидрогазодинамического цикла

В статье содержатся предложения по унификации преподавания дисциплин, связанных с механикой жидкости и газа, в ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова» на основе перехода на модульный принцип построения курса. Обосновывается необходимость закрепления этой дисциплины за кафедрой, наиболее полно оснащенной необходимым оборудованием и лабораторными стендами.

Ключевые слова: учебный план; модуль; гидравлика; лабораторные работы; унификация.

В настоящее время в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова преподается ряд дисциплин, близких по содержанию базовой части, но отли-

© Исаков В. Г., Абрамова А. А., Дягелев М. Ю., Непогодин А. М., 2019

чающихся специальной частью, количеством аудиторных часов (от 32 до 80 час.) и получаемыми компетенциями.

Во многих случаях эти дисциплины читаются малым потокам силами выпускающих кафедр, что не всегда обосновано. Кроме того, в ряде случаев произошел отказ от лабораторных работ по курсу в пользу упражнений.

Ранее образовательные стандарты для этих дисциплин предусматривали обязательные лабораторные работы и наличие специализированных лабораторий на кафедрах, их читающих. Это представляется обоснованным, поскольку большинство непрофильных специалистов (особенно бакалавров-эксплуатационщиков) не будут проводить специализированные гидравлические расчеты, но столкнутся с необходимостью практического измерения с помощью вакуумметров, манометров и других измерительных приборов подобного назначения, оценки точности измерения, перевода единиц измерения из одной системы единиц в другую (например: Па (физика, расчеты) – кгс/см^2 (технические измерения) – м вод. столба (насосы) – мм рт. ст. (метеорология, микроклимат) и т. п.). Такие навыки получаются только на лабораторных работах.

Поэтому существует объективная необходимость упорядочения и выравнивания получаемых компетенций при преподавании данных дисциплин. Как нам представляется, они поддаются унификации на основе перехода на модульный принцип построения курса (таблица).

Количество и содержание стандартных базовых модулей может быть увеличено, например, при подготовке проектировщиков в состав модулей должна быть введена курсовая работа.

Базовые модули (показаны заливкой) должны читаться специализированной кафедрой. Ранее в ИМИ – ИжГТУ ею была кафедра «Гидравлика и теплотехника», затем лаборатории и оборудование были переданы на кафедру «Водоснабжение и водоподготовка». Преимущества специализированной кафедры:

1) Наличие лабораторий, оснащенных относительно новым лабораторным оборудованием. Оборудование было закуплено в 2004–2006 гг. при подготовке к международной аккредитации на сумму более чем на 2,5 млн руб. В лабораториях имеются установки, изготовленные и модернизированные самостоятельно для проведения научно-исследовательских работ. Оборудование закрывает весь объем лабораторных работ, ранее рекомендованных УМО (гидростатика, гидродинамика, напорные ламинарные и турбулентные течения, течения в открытых руслах, гидроудар, моделирование течений в гидросооружениях, обтекание препятствий различной формы, воздействие на преграду, основные газовые процессы и др.

Название и содержание аудиторных модулей

№ п/п	Дисциплина	Для кого	Модуль 1	Модуль 2	Модуль 3	ПЗ	ЛР	КР
		час.	16	16	16	16	16	
1	Гидравлика	Непрофильные специальности	Общая гидравлика	Нет	Нет	Нет	Да	Нет
2	Гидравлика и пневмогидропривод	М (общее машиностроение), СТиА (станки, сварка, ОД, авто), ИС (дорожники),	Общая гидравлика	Пневмогидро привод	Нет	Нет	Да	Да/нет
3	Основы гидравлики и теплотехники	ИС, ТТ (ВиВ)	Общая гидравлика	Теплотехника	Нет (для ВиВ – Гидравлика систем ВиВ в след. семестре)	Да	Да	Нет
4	Механика жидкости и газа	ТТ (ТГВ, бинац.), УК (экологи)	Общая гидравлика	Газовая динамика	Нет	Да	Да	Нет
5	Механика жидкости и газа	М (ТДУ и ракетостроение), ТТ (теплоэнергетика)	Общая гидравлика	Газовая динамика	Спец. разделы (в этом или следующем семестре)	Да	Да	Да

2) По оснащению лаборатории соответствуют лабораториям Высшей школы «Остфалия» (Германия), что признано как немецкими коллегами, так и международными экспертами при аккредитации направления «Строительство» [1, 2].

В настоящий момент в лабораториях кафедры «Водоснабжение и водоподготовка» проводятся занятия как российских студентов, так и студентов с бинациональной программы «Водо- и теплоснабжение населенных мест» и египетских студентов.

3) Обеспеченность квалифицированными кадрами (1 д-р техн. наук и 4 канд. техн. наук), читающими именно эти или подобные курсы и регулярно участвующими в методических конкурсах.

4) Достигнутый полный перевод всех дисциплин на чтение лекций с помощью компьютерного проектора, наличие презентаций и электронных пособий по разделам курса.

5) Полная обеспеченность методическими указаниями по всем проводимым лабораторным работам (в том числе выдаваемыми студентам в электронном виде) и комплектами тестовых заданий по теоретическому курсу.

Лабораторные и практические занятия должны быть построены по модульному принципу (модуль 8–16 час.) с учетом специфики направления подготовки [3].

Основное содержание модуля:

1. Общая гидравлика: Общие понятия, статика газа, гидростатика, основы гидродинамики жидкости и газа при малых скоростях, подобие гидромеханических процессов, одномерные течения.

2. Пневмогидропривод: Основные элементы гидро- и пневмоприводов, гидравлические машины и передачи, лопастные машины, объемные гидропередачи, методика расчета и проектирования.

3. Теплотехника: Уравнение состояния газа. Процессы изменения состояния идеального газа и их уравнения. Газовые смеси. Основные уравнения движения сжимаемой жидкости, практический расчет. Основы теории теплообмена. Теплопередача через плоское ограждение

4. Газовая динамика: Основы термодинамики газов. Процессы изменения состояния идеального газа. Газовые смеси. Скорость звука в газе. Основные уравнения движения сжимаемой жидкости. Изоэнтропические течения газа. Движение газа в трубе переменного сечения. Практический расчет газовых течений, аналитические и численные методы расчета одномерных потоков.

5. Спецразделы: По согласованию с выпускающей кафедрой – например, МЖГ-2, аэродинамика, численные методы расчета, стандартный модуль и др.

Вывод

Предлагаемый переход на модульный принцип построения дисциплин гидрогазодинамического цикла позволит:

– выровнять получаемые компетенции для всех студентов, изучающих данные дисциплины, и, тем самым, создать единую базу внутривузовской и международной академической мобильности;

– за счет резкого увеличения лекционных потоков снизить затраты на подготовку студентов;

– увеличить коэффициент использования специализированных аудиторий с дорогостоящим оборудованием по прямому назначению.

Список литературы

1. *Исаков, В. Г.* Перспективы развития совместных образовательных программ с высшей школой прикладных наук Остфалия (Германия) / В. Г. Исаков, Е. А. Гринько, М. Ю. Дягелев // Инновации в образовании : сб. материалов науч.- метод. конф. – Ижевск, 2016. – С. 28–32.

2. Русско-немецкая летняя школа «Водоснабжение и водоотведение» – новый шаг развития овместных образовательных программ с высшей школой прикладных наук Остфалия (Германия) / В. Г. Исаков [и др.] // сб. материалов науч.-метод. конф. – Ижевск, 2017. – С. 50–53.

3. *Исаков, В. Г.* Преподавание специальных дисциплин в условиях изменения профессиональной нормативной базы / В. Г. Исаков, А. М. Непогодин, Е. А. Гринько // Инновации в образовании : сб. материалов науч.-метод. конф. – Ижевск, 2016. – С. 68–69.

А. Б. Искандерова, кандидат педагогических наук,
доцент кафедры «Высшая математика»
Тел. (3412) 77-50-65, e-mail: iskander.alla@mail.ru
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Сюжетные задачи в дисциплинах математического цикла как средство формирования общепрофессиональных компетенций студентов бакалавриата технического вуза

В статье представлено понятие сюжетной задачи при изучении дисциплин математического цикла, раскрыта роль сюжетных задач по математике в процессе формирования общепрофессиональных компетенций студентов бакалавриата в техническом вузе.

© Искандерова А. Б., 2019

Ключевые слова: общепрофессиональные компетенции; сюжетные математические задачи; зона ближайшего развития обучающегося.

В свете компетенстностного подхода в системе высшего образования Российской Федерации цели обучения студентов представлены в терминах общекультурных (универсальных), общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Например, в основной образовательной программе обучения студентов вуза по направлению 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» по профилю «Компоненты микро- и наносистемной техники» при изучении дисциплин математического цикла цели обучения заданы следующим образом: ОПК-1 – (выпускник вуза) способен решать задачи профессиональной деятельности на основе естественно-научных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования [1].

В формулировке ОПК-1 акцентирован факт того, что методы математического анализа выступают как инструмент, аппарат решения профессиональных инженерных задач. Представление о важности математических знаний и умений при решении профессиональных инженерных вопросов будущие бакалавры могут получить на младших курсах только при изучении дисциплин математического цикла. Следовательно, задача преподавателя на лекционных и практических занятиях по математике показать связь между многообразием упорядоченных математических конструктов, абстрагированных от конкретной действительности, и закономерностями развития природы, протекания физических процессов функционирования различных технических устройств и т. п.

Практика показала, что одним из методов актуализации математических знаний и умений у обучающихся вуза является использование в учебном процессе сюжетных задач.

Сюжетная математическая задача – это задача, в которой описан некоторый «жизненный» сюжет (явление, событие, процесс) с целью нахождения определенных количественных характеристик или значений [2].

Форма представления сюжетной математической задачи – это естественный язык, а не математический язык (таблица).

В сюжетных математических задачах, предназначенных для обучения студентов технического вуза, требуется вычислить характеристики процессов с реальными объектами, такими как кинематические и динамические характеристики поступательного или вращательного движения материальной точки, характеристики вращательного движения твердого тела (например, момент инерции кольца относительно оси

вращение), характеристики электрического тока в разветвленной электрической цепи, характеристики колебательного движения закрепленной балки, вероятностные характеристики состояния квантовой системы или термодинамической системы и т. п.

Формы представления математической задачи

Формулировка задачи на математическом языке	Формулировка задачи на естественном языке
Вычислите скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$, если $\vec{a}(1, 2, 3)$ и $\vec{b}(4, -2, 6)$	Под действием постоянной силы $\vec{F}(1, 2, 3)$.(Н) тело совершило перемещение. Вектор перемещения тела равен $\Delta\vec{r}(4, -2, 6)$ (м). Вычислите работу силы. Укажите ее единицы измерения
Решите задачу Коши. $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$, $x(0) = 0$	Горизонтальный пружинный маятник совершает гармонические колебания. Найдите закон зависимости координаты колеблющегося точечного тела от времени, если масса тела равна m, а коэффициент жесткости пружины равен k. Трение в системе отсутствует. В начальный момент времени тело проходит положение равновесия

Практика показала, что одним из важных и сложных для студентов элементов решения сюжетной математической задачи является процесс формализации сюжета. Он предполагает конвертацию описания объектов, процессов с естественного языка на язык математики. Чаще всего данную часть решения сюжетной задачи на занятиях по математике выполняет преподаватель. Это связано с тем, что студенты-первокурсники еще не имеют достаточной подготовки по естественнонаучным дисциплинам, которые изучаются на старших курсах. Оставшуюся часть решения формализованной задачи даже математически слабо подготовленные студенты реализуют самостоятельно.

Возникает справедливый вопрос: с какой целью на занятиях по математике следует решать сюжетные задачи, которые заведомо полностью самостоятельно студент решить не может?

Во-первых, сюжетные математические задачи на занятиях по математике в техническом вузе соответствуют «зоне ближайшего развития» студента. «Зона ближайшего развития определяет функции, не созревшие еще, но находящиеся в процессе созревания, которые созреют завтра, которые сейчас находятся еще в зачаточном состоянии; функции, которые можно назвать не плодами развития, а почками развития, цветами развития, то есть тем, что только созревает» [3]. Зона ближайшего развития определяется содержанием тех задач, которые

студент еще не может решить самостоятельно, но способен решить в совместной деятельности с преподавателем (принцип педагогического сотрудничества в обучении). Зона ближайшего развития – это то, что изначально доступно для будущего бакалавра под руководством опытного преподавателя, становится затем его собственным достоянием (общепрофессиональными и профессиональными компетенциями).

Во-вторых, сюжетные задачи по математике мотивируют будущих бакалавров по техническим и инженерным направлениям обучения к изучению дисциплин математического цикла. С повестки дня снимаются вопросы о том, для чего нам надо изучать математику, «дя чего мы вычисляем эти интегралы?

В-третьих, используемая математическая символика после формализации задач о конкретных объектах и явлениях не только помогает закрепить уже имеющиеся знания об изученных объектах, явлениях на дисциплинах естественно-научного цикла, но и выступает своего рода инструментом в процессе дальнейшего их познания.

В-четвертых, для аргументированного обоснования оценки уровня подготовки студентов по математике была предложена таксономическая модель математических компетенций студентов бакалавриата технического вуза [4]. Включение в учебный процесс сюжетных математических задач на занятиях по математике способствует формированию когнитивных креативных и когнитивных деятельностных математических компетенций студентов.

Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод о том, что дисциплины математического цикла в техническом вузе сохраняют некоторую свою самостоятельность, но они не являются изолированными от дисциплин естественно-научного цикла и инженерных дисциплин.

Решая вместе со студентом сюжетные математические задачи на занятиях по математике в техническом вузе, преподаватель расширяет кругозор студентов, предлагает им посмотреть на математические знания с новых позиции, не как на «нагромождение формул», а как на инструмент решения профессиональных инженерных и технических задач.

Список литературы

1. ФГОС ВО 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» профиль – «Компоненты микро- и наносистемной техники». – URL: http://www.istu.ru/uchebnyj-protsess/normbase (дата обращения: 24.01.2019).

2. *Фридман, Л. М.* Сюжетные задачи по математике. История, теория, методика : учеб. пособие для учителей и студентов педвузов и колледжей. – М. : Школьная пресса, 2002. – 208 с.

3. *Выготский, Л. С.* Педагогическая психология. – М. : Педагогика, 1991. – С. 391–410.

4. *Искандерова, А. Б.* Таксономическая модель математических компетенций студентов бакалавриата технического вуза / А. Б. Искандерова, Е. Г. Булатова // Вестник ИжГТУ. – 2018. – № 1, Т. 21. – С. 123–128.

В. С. Клековкин, доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Системный анализ и управление качеством»
О. Б. Гольцова, кандидат технических наук, доцент,
зав. кафедрой «Системный анализ и управление качеством»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 3271

Управление взаимоудовлетворенностью участников образовательного процесса

В статье рассмотрена системная структурно-логическая модель обеспечения взаимоудовлетворенности участников образовательного процесса. Обозначены их требования, показаны узлы связи реализации требований и целевые установки, достигаемые в узлах связи.

Такая методика обеспечивает за счет взаимоудовлетворения участников синергоэффективность образовательного процесса.

Согласно стандарту ИСО 9001-2015, взаимоудовлетворенность заинтересованных сторон является главным принципом любой эффективной деятельности. В образовательном процессе заинтересованные стороны наиболее ясно превращаются в участников. Они имеют сложно связанные противоречивые требования, реализация которых растянута по времени и существенно зависит от синергии взаимодействия участников.

Ключевые слова: образовательный процесс; участники; взаимоудовлетворенность; требования; качество; синергоэффективность.

В настоящей статье авторами представлена системная структурно-логическая модель обеспечения взаимоудовлетворенности всех участников образовательного процесса (рисунок) [1].

Рассмотрим последовательно основные требования участников образовательного процесса, учитывая, что обучаемый проходит две метаморфозы, преобразуясь из абитуриента в студента, а затем в молодого специалиста. Все остальные участники образовательного процесса

© Клековкин В. С., Гольцова О. Б., 2019

крайне заинтересованы и обязаны обеспечить качество результатов этих метаморфоз.

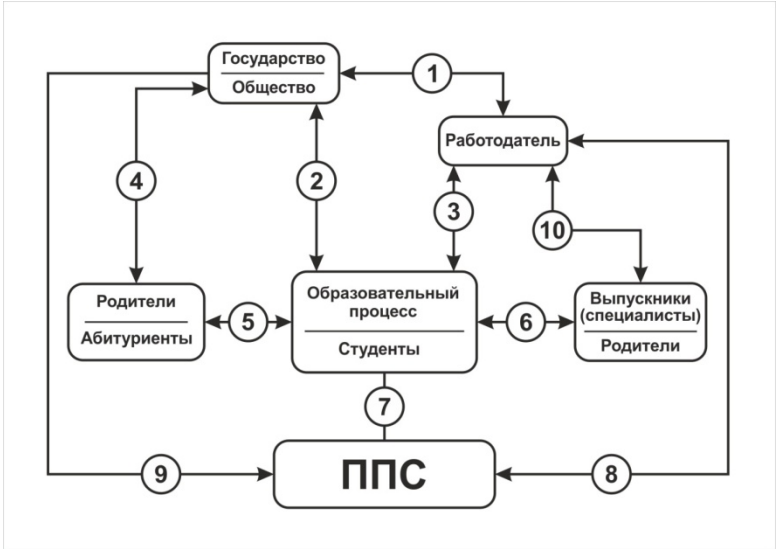
Это является главной целью образовательного процесса.

1. Государство и общество требуют:

1.1. Обеспечения всех работодателей специалистами, обладающими актуальными компетенциями.

1.2. Развития конкурентоспособной образовательной системы, обеспечивающей мировой уровень в областях науки и образования.

1.3. Всестороннюю рейтинговую оценку образовательных организаций и их образовательных процессов.



Структурно-логическая модель взаимодействия участников образовательного процесса, где в 1–10 сосредоточены модели и механизмы синергоэффективного взаимодействия участников образовательного процесса, обеспечивающие их взаимоудовлетворенность; ППС – профессорско-преподавательский состав

2. Работодатели, помимо требований 1.1, 1.2, 1.3, желают:

2.1. Мобильного учета в образовательном процессе компетентностных требований.

2.2. Скорейшей адаптации молодых специалистов путем их рейтингования и раннего включения в процессы работодателя.

2.3. Ускорения инновационного процесса за счет перспективных компетенций молодых специалистов.

3. Родители и абитуриенты требуют:

3.1. От государства и работодателей прогнозных оценок перспективных компетенций на 5–10 лет.

3.2. Рейтингов образовательных программ и учреждений.

3.3. Мотивации и достойных условий обучения в образовательном учреждении.

4. ППС и образовательный процесс, помимо требований 3.1, желают:

4.1. Иметь материальную и временную возможность повышать научную, практическую и педагогическую квалификацию.

4.2. Вести оплачиваемую НИРС.

4.3. Соответствия условий труда полученным компетенциям.

5. Студенты всех уровней, помимо требований 2.1, 2.2, 3.3, желают:

5.1. Иметь возможность периодической внешней оценки полученных компетенций.

5.2. Получать материальную поддержку инноваций, связанных с освоением компетенции.

5.3. Иметь объективную личную рейтинговую оценку, которую они могут представлять работодателям.

5.4. Всероссийский актуальный список работодателей и потребных для них компетенций.

6. Выпускники и их родители требуют:

6.1. Объективной независимой оценки полученных компетенций.

6.2. Личной востребованности работодателями, либо признания государством их просчета в прогнозировании компетенции и материального обеспечения выпускников для изменения компетенций.

6.3. Создания достойных контролируемых государством условий труда молодых специалистов.

Обеспечение требований 1–6 осуществляется с помощью известных [2] взаимосвязанных моделей, методик и механизмов, показанных в узлах связи 1–10 рисунка.

Рассмотрим основные цели и предлагаемые нами методики [3] для синергоэффективного обеспечения взаимоудовлетворенности участников образовательного процесса.

Цели, обеспечиваемые в узлах связи, представленные в структурно-логической модели

1. Сформировать объективный прогноз потребных государству и бизнесу компетенций с глубиной 5–10 лет.

2. Обеспечить полноразмерное финансирование госзаказа на подготовку специалистов на основе прогнозной потребности по периодам и рейтинга учебных заведений.

3. Обеспечить своевременную корректировку требований к необходимым и перспективным компетенциям. Принять участие в материальном обеспечении, актуализации научных и практических компетенций ППС.

4. Актуализировать и нести ответственность за всероссийский список прогнозных компетенций по годам и периодам, на основании которого будут ориентироваться абитуриенты и их родители.

5. Формирование профориентированного состава студентов.

6. Молодые специалисты с актуальными компетенциями.

У каждого молодого специалиста сформировано портфолио с независимо с оцененными компетенциями. В трудоустройство молодого специалиста в необходимых случаях вмешивается государство.

7. Иметь материальную и временную возможность поддерживать актуальные компетенции.

Иметь достойные условия труда, соответствующие приобретенным компетенциям.

8. Обеспечить финансовое и материально техническое оснащение процессов поддержания актуальных компетенций ППС.

9. Разрабатывать прогнозные планы модернизации образовательного процесса, учитывая временную инертность их реализации.

10. Разработать методику скорейшей адаптации молодых специалистов. Обеспечить достойные условия труда молодых специалистов. Проводить объективную независимую оценку качества полученных молодыми специалистами компетенции, на основе которой запускать следующую итерацию по обеспечению взаимоудовлетворенности участников образовательного процесса.

Таким образом, синергоэффективность образовательного процесса будет зависеть от качества и своевременности выполнения требований участников в узлах их взаимной связи.

Интегральной оценкой синергоэффективности могут служить удовлетворенности работодателей и молодых специалистов, оцениваемые их прямым голосом в реальных опросах.

Список литературы

1. Исследование процесса освоения компетенций инженерами на основе инновационных методов их оценки : моногр. / В. С. Клековкин [и др.]. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2018. – 131 с.

2. Основные тенденции развития высшего образования: глобальные и болонские измерения / под науч. ред. д-ра пед. наук, проф. В. И. Байденко. – М. : Исслед. центр проблем качества подгот. спец., 2010. – 352 с.

3. *Клековкин, В. С.* Исследование синергии образовательных технологий развития компетенций обучаемых // Инновации в образовании : сб. материалов науч.-метод. конф. преп. и сотр. ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2017. – С. 57–59.

Л. Н. Колесникова, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Тепловые двигатели и установки»,
начальник учебно-научного центра «Энергомаш»
Тел. (3412) 77-31-59, e-mail: klusian@yandex.ru
Е. И. Попова, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Конструкторско-технологическая подготовка
машиностроительных производств»,
директор Центра инклюзивного обучения
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 4327, e-mail: aktau.popova@yandex.ru
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Продвижение STEM-образования для молодых людей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) по слуху

Сочетание концепции STEM-образования и особенностей мыслительной деятельности обучающихся с нарушениями слуха предлагает преимущества в инклюзивной практике обучения глухих и слабослышащих студентов по программам высшего образования инженерно-технических направлений.

Ключевые слова: STEM-образование; молодые люди с ОВЗ по слуху; особенности обучения.

Новая концепция обучения – STEM-образование

Технологическая среда, которая нас окружает, все время совершенствуется и усложняется. В современном мире для того, чтобы всего лишь просто ориентироваться в повседневных реалиях, необходимо владеть новейшими технологиями и высокотехнологичными продуктами, не говоря уже о профессиональной сфере деятельности, такой, например, как машиностроение. Подготовка кадров в области машиностроения является приоритетным направлением в Российской Федерации. Необходимо отметить, что инженерное образование в том виде, в котором оно сейчас существует, нуждается в совершенствовании. Для качественной подготовки инженерных кадров необходимо соответствующее оснащение современным обрабатывающим

© Колесникова Л. Н., Попова Е. И., 2019

оборудованием, компьютерной и измерительной техникой, программным обеспечением в области CAD-, CAM-, CAE-систем, что позволит создавать продукты на высоком техническом уровне. Проблема низкого качества инженерного образования не только в плохом оснащении и недостаточной мотивации студентов, но также ригидности методик преподавания тех или иных дисциплин, особенно для студентов с ограниченными возможностями здоровья. Термин STEM (*Science* – наука, *Technology* – технология, *Engineering* – инженерия, *Mathematics* – математика) впервые был использован в начале 2000-х в Национальном научном фонде США как инструментарий выбора программ обучения на всех уровнях образования для повышения конкурентоспособности развития науки и техники [17].

Внедрение концепции STEM-образования преследует три цели [17]:

– увеличение количества STEM-изобретателей и профессионалов;

– усиление трудовых ресурсов, связанных со STEM;

– повышение STEM-грамотности всех граждан.

Традиционно инженерное образование в России включало все аспекты STEM-образования, сложно представить подготовку в области машиностроения без математических расчетов, научных методов, технологических закономерностей в создании технических объектов. Отличительной особенностью STEM-образования является связанное последовательное обучение, начинающееся с детского сада, переходящее в школу и продолжающееся на последующих уровнях образования. Такая образовательная траектория позволит объединить процесс обучения, повысит вероятность дальнейшего успешного трудоустройства и профессиональной карьеры. Успех студента во время процесса обучения будет стимулировать его продолжать STEM-деятельность в дальнейшем [15]. Продвижение STEM-образования как новой концепции обучения сможет удовлетворить потребность в хорошо подготовленных научно-инженерных кадрах, которые будут играть ведущую роль в развитии научно-технического прогресса и модернизации технологической сферы в нашей стране. Как в России, так и за рубежом существует проблема доступности инженерного образования для инвалидов различных нозологий, в том числе и с нарушением слуха [16]. Хотя именно эта сфера наиболее подходит для реализации возможностей людей с ОВЗ по слуху, т. к. в большей степени имеет прикладной – практический – характер [9].

Высшее образование по техническим направлениям для студентов с нарушением слуха реализуется в России лишь в нескольких вузах, таких как МГТУ имени Н. Э. Баумана, Казанском национальном ис-

следовательском техническом университете имени А. Н. Туполева, Владимирском государственном университете, Ижевском государственном техническом университет имени М. Т. Калашникова.

Обучение студентов с нарушением слуха в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

В ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» в 2015/16 учебном году был создан Центр инклюзивного обучения (ЦИО). На базе данного центра, а также учебно-научного центра «Энергомаш» начали обучение группы студентов с нарушениями слуха по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». В настоящее время в университете обучается 4 специализированных группы студентов с ОВЗ по слуху на 4 курсах. Часть студентов (глухих и слабослышащих) обучаются в рамках целевого контрактного набора от Концерна «Калашников».

Программа обучения ориентирована на продвижение STEM-образования среди молодых людей, имеющих ограниченные возможности здоровья по слуху. Выпускники специализированных школ-интернатов (как юноши, так и девушки) имеют реальную возможность получить высшее техническое образование, не покидая пределы республики.

На территории Удмуртской Республики находятся 2 интерната для лиц от 7 до 17 лет с отклонениями по слуху. В них обучаются дети, имеющие инвалидность по слуху и ограничения по слуху. После обучения в интернате молодые люди имеют слабые навыки адаптации к реальным социальным условиям, их возможности к дальнейшей занятости и участию в социальной жизни ограничены, что связано с особенностями психики, как детей, так и традиционным восприятием таких людей работодателями. Большинство молодых людей с ОВЗ либо вообще не могут найти работу, либо вынуждены заниматься неквалифицированным трудом без всяких перспектив профессионального роста (швеи, дворники и т. п.), поскольку не имеют возможности продолжить образование.

Ориентация Удмуртской Республики и смежных регионов (Башкирия, Татарстан) на промышленность накладывает дополнительные трудности для дальнейших поисков работы для молодых людей. Долговременное трудоустройство возможно на крупных предприятиях, открывающих для выпускников из числа лиц с ОВЗ специальные вакансии.

Особенности обучения глухих и слабослышащих студентов

Обучение глухих и слабослышащих студентов – это сложная многоплановая задача, но как показывает практика ведущих вузов, которые уже много лет осуществляют подготовку данной категории студентов по программам высшего инженерно-технического образования, таких как МГТУ имени Н. Э. Баумана, Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева, Владимирский государственный университет, является реализуемой [1, 2, 10, 11].

С момента первого набора глухих и слабослышащих студентов в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова непрерывно ведется работа по созданию специальных условий инклюзивного образовательного пространства, инновационной реабилитации (физической, психической (эмоциональной), интеллектуальной составляющих здоровья). За каждой группой студентов закреплен переводчик русского жестового языка. С ребятами работает педагог-психолог. Обучение базируется на индивидуальных учебных планах для инвалидов по слуху и слабослышащих, с учетом эмпирических данных по обучаемости и карт индивидуального развития общекультурных компетенций, активном использовании технологии проектного обучения совместно с кафедрой «КТПМП», учебно-научным центром «Энергомаш», инжиниринговым центром университета и тесного партнерства с промышленными предприятиями.

Постепенно формируется база материально-технического обеспечения для обучения студентов инвалидов по слуху и слабослышащих. В обучении используются специальные технические и программные средства – FM-системы, лекционная аудитория оборудована индукционным (звукоусиливающим) контуром [13]. Проводится повышение квалификации педагогических кадров и специалистов, реализующих инклюзивную практику для студентов-инвалидов по слуху и слабослышащих. Вопрос готовности педагогических кадров к работе с данной категорией студентов является наиболее важным, не только в психологическом аспекте, но больше с точки зрения самой методики преподавания [1, 2, 10, 11, 16]. Преподаватели ИжГТУ имени М. Т. Калашникова пытаются разрабатывать и внедрять специальные педагогические методы и технологии с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей обучающихся из числа студентов инвалидов по слуху и слабослышащих [4–8]. Активно используются в учебном процессе элементы электронного обучения. Для этого в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова развернут специальный сервер дистанционного обучения *e-learning*, работающий на открытой

и наиболее популярной в мире платформе создания и проведения дистанционных курсов – *Moodle* [13].

Исследования мыслительной деятельности глухих детей показали, что они демонстрируют хорошую практическую приспособленность к условиям жизни, целесообразность их поведения подтверждает, что они успешно осваивают в практическом плане главные мыслительные операции: анализ, синтез, сравнение, отвлечение и обобщение. Автоматизация производства, появление различных новых отраслей промышленности требуют подготовки рабочих по новым видам труда. Имеются основания полагать, что глухие могут успешно работать по многим специальностям, таким как металлообработка, строительство, деревообработка, электро- и радиотехника, а также в текстильной, полиграфической промышленности, коммунальном хозяйстве и т. д. Именно в обучении через практическую деятельность глухих детей чаще всего можно добиться успеха, чем в области словесной речи и речевого мышления [9]. Согласно концепции Н. И. Жинкина, в которой базовым компонентом мышления является особый язык интеллекта, этот язык имеет невербальную природу и представляет особую систему знаков, имеющую характер чувственного отражения действительности в сознании. Н. И. Жинкин назвал его УПК – универсально-предметным кодом, в котором строятся все наши образные представления и схемы-связи (смыслы). Рисунок или картина, реально наблюдаемая ситуация в жизни, шахматная позиция, чертеж конструкции – все это зависит от знаний смысла, а не от знаний языка [3, 12], т. е. невербальный интеллект характерен для людей с нарушением слуха, и его можно эффективно использовать в процессе обучения глухих и слабослышащих студентов.

Например, предметно-ориентированное обучение пространственному мышлению в рамках STEM-образования с использованием вовлеченности в процесс манипулирования объектами позволяет освоить концепции, которые ранее были недоступны для обучающихся [14].

Заключение

Таким образом, продвижение STEM-образования для молодых людей с ограничениями возможностями здоровья по слуху может повысить успешность освоения инженерно-технических дисциплин, что, в свою очередь, поможет выработать умения и навыки, которые могут быть применены в последующей трудовой деятельности, облегчить процесс будущего трудоустройства, а значит, улучшить качество жизни глухих и слабослышащих молодых людей, обеспечить закрепление трудовых ресурсов в республике, поддержать практику инклюзивного

высшего образования в подготовке кадрового потенциала для промышленных предприятий региона.

Список литературы

1. *Волков, А. А*. Информационно-коммуникационные технологии проектного обучения студентов с ОВЗ / А. А. Волков, О. А. Орешкина // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. «Естественные науки». – 2013. – № 3. – С. 117–130.

2. *Егоров, И. Н*. Интегрированное и инклюзивное высшее образование во Владимирском государственном университете: состояние и перспективы развития / И. Н. Егоров, А. А. Панфилов // Психологическая наука и образование. – 2017. – Т. 22. № 1. – С. 130–139

3. *Жинкин, Н. И*. Речь как проводник информации. М. : Наука, 1982. – 159 с.

4. *Жуйкова, О. В*. Особенности обучения начертательной геометрии студентов с нарушением слуха // Инновации в образовании : сб. материалов науч.-метод. конф. преп. и сотр. ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, Ижевск, 13–15 апр. 2016 г. – Ижевск : ИННОВА, 2016. – с. 250–253.

5. *Малина, О. В*. Анализ проблем процесса образования слабослышащих обучающихся и направления преодоления указанных проблем // Инновации в образовании : сб. материалов науч.-метод. конф. преп. и сотр. ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, Ижевск, 13–15 апр. 2016 г. – Ижевск : ИННОВА, 2016. – С. 262–265.

6. *Королева, Т. Г*. Специфика преподавания математики слабослышащим студентам // Инновации в образовании : сб. материалов науч.-метод. конф. преп. и сотр. ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, Ижевск, 13–15 апр. 2016 г. – Ижевск : ИННОВА, 2016. – С. 257–258.

7. *Красавина, Ю. В*. Адаптация учебных пособий по английскому языку для обучения слабослышащих студентов // Инновации в образовании : сб. материалов науч.-метод. конф. преп. и сотр. ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, Ижевск, 13–15 апр. 2016 г. – Ижевск : ИННОВА, 2016. – С. 259–261.

8. *Попова, Е. И*. Адаптация дисциплины «Введение в технологию машиностроения» для обучения слабослышащих и глухих студентов // Инновации в образовании сб. материалов науч.-метод. конф. преп. и сотр. ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, Ижевск, 13–15 апр. 2016 г. – Ижевск : ИННОВА, 2016. – С. 266–267.

9. *Соловьева, И. М*. Психология глухих детей / под ред. И. М. Соловьева, Ж. И. Шиф, Т. В. Розановой, Н. В. Яшковой. – 2-е изд., стереотип. – М. : Советский спорт, 2006. – 421 с.

10. *Станевский, А. Г*. Теоретические основы формирования модели обучения и индивидуального социально-психологического сопровождения лиц с нарушением слуха (на примере направления «Инженерное дело и технические науки») / А. Г. Станевский, Л. П. Храпылина // Психологическая наука и образование. – 2017. – Т. 22, № 1. – С. 50–59.

11. *Станевский, А. Г*. Идея и обоснование предметных коррекционных курсов / А. Г. Станевский, З. Ф. Столярова. – URL: http://psyjournals.ru/

12. *Хохлова, А. Ю.* Интеллектуальное развитие глухих детей из семей глухих и слышащих родителей : дис. … канд. психол. наук по спец. 19.00.10 «Коррекционная психология». – М., 2007. – 134 с.

13. *Колесникова, Л. Н.* Применение новых образовательных технологий и современных технических решений для инклюзивного образования в высшем учебном заведении : сб. материалов науч.-метод. конф. преп. и сотр. ИжГТУ им. М. Т. Калашникова. – Ижевск : ИННОВА, 2017. – С. 214–220.

14. *DeSutter, D.* Teaching students to think spatially through embodied actions: Design principles for learning environments in science, technology, engineering, and Mathematics / D. DeSutter and M. Stieff // Cognitive Research: Principles and Implications DeSutter and Stieff Cognitive Research: Principles and Implications, 2017.

15. *Margot, Kelly C.* Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review / Kelly C. Margot and Todd Kettler // International Journal of STEM Education. – 2019.

16. S. *Li, J. V. Ernst*. Supporting students with disabilities and limited English proficiency: STEM educator professional development participation and perceived utility / Li J. V. Ernst, T. O. Williams // International Journal of STEM Education a SpringerOpen Journal. – 2015.

17. *Holmlund, Tamara D*. Making sense of "STEM education" in K-12 contexts / Tamara D. Holmlund, Kristin Lesseig and David Slavit // International Journal of STEM Education a SpringerOpen Journal. – 2018.

Т. Г. Королева, кандидат педагогических наук,
доцент кафедры «Высшая математика»
С. А. Груздь, кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры «Высшая математика»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
E-mail: lilyna@mail.ru

Уровни освоения компетенции

Статья посвящена актуальной проблеме разработки требований к уровням освоения компетенций. На примере двух направлений научных специальностей бакалавриата технического университета разработаны уровни общеобразовательных компетенций для приобретения профессиональных навыков после освоения разделов высшей математики «Математика 1» и «Математика 3».

Ключевые слова: высшее образование; общеобразовательные компетенции; приобретаемые навыки; уровни компетенций; бакалавриат.

© Королева Т. Г., Груздь С. А., 2019

Результаты освоения любой образовательной программы определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т. е. его способностью применять знания, умения и личностные качества для решения соответствующих задач профессиональной деятельности (в соответствии с ФГОС ВО).

Рассмотрим требования к уровням освоения компетенций на примере дисциплины «Математика 1» для выпускника образовательной программы бакалавриата специальности: 13.03.01 « Теплоэнергетика и теплотехника» по профилю «Промышленная теплоэнергетика» [1].

Предлагаемая общеобразовательная компетенция ОПК-2: Способность демонстрировать базовые знания в области естественно-научных дисциплин, готовность выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования [2].

Компетенция ОПК-2 является базовой для последующего формирования профессиональных компетенций. Уровни освоения компетенции: пороговый (бакалавриат, специалитет), базовый и системный (профильное обучение в бакалавриате, специалитете, магистратуре).

Пороговый уровень является обязательным для всех студентов и выпускников вуза при завершении освоения дисциплины «Математика 1» [3]. Ему соответствуют категории: знание, понимание, применение.

Панируются следующие результаты обучения, характеризующие этапы формирования компетнций (показатели освоения компетенции).

На данном уровне студент должен:

знать:

– основные понятия и определения линейной алгебры;

– основные понятия и определения векторной алгебры;

– основные понятия и определения аналитической геометрии;

– основные понятия и определения начал математического анализа;

уметь:

– решать стандартные задачи линейной и векторной алгебры. аналитической геометрии и математического анализа;

владеть:

– навыками применения математических методов на практике.

Базовый уровень является повышенным по отношению к пороговому уровню по одному или нескольким признакам. Ему соответствуют категории: знание, понимание, применение, анализ, синтез.

На данном уровне студент должен:

знать:

– основные понятия, теоремы, концепции, результаты, задачи и методы линейной и векторной алгебры, аналитической геометрии и математического анализа;

уметь:

– применять полученные знания теоретических основ при решении задач;

– решать задачи вычислительного и теоретического характера;

– применять основные методы анализа к исследованию функций;

владеть:

– навыками анализа математических объектов.

Системный уровень является повышенным по отношению к базовому уровню по одному или нескольким признакам. Ему соответствуют категории *знание, понимание, применение, анализ, синтез, оценка.*

На данном уровне студент должен:

знать:

– основные понятия линейной и векторной алгебры, аналитической геометрии и математического анализа, определения и свойства математических объектов в данной области, формулировки основных результатов, методы их доказательства, возможные сферы их приложений;

– системные компоненты математической задачи: исходное состояние предмета задачи; модель требуемого состояния (требования задачи);

уметь:

– применять математические методы и модели к анализу случайных явлений для их описания и понимания;

– формулировать и доказывать основные результаты в области линейной и векторной алгебры, аналитической геометрии и математического анализа, решать задачи теоретического и прикладного характера из различных разделов математики;

– анализировать структуру математической задачи, выбирая оптимальное решение;

владеть:

– сформированными систематическими представлениями об основных понятиях и методах линейной и векторной алгебры, аналитической геометрии и математического анализа;

– навыками выбора и обоснования математических методов при решении конкретных прикладных задач.

Теперь подробно рассмотрим смежную дисциплину «Математика 3», которая является одной из дисциплин, изучаемых после «Математики 1». Приступая к освоению третьего раздела математики, у студента уже должны быть сформированы не только общие понятия ал-

гебры и математического анализа, он уже должен более глубоко понимать специфику данного предмета, владеть основами линейной алгебры и анализа, в том числе понимать прикладное значение разделов высшей математики.

Рассмотрим для примера другое направление бакалавриата: 27.03.02 «Управление качеством» [1], в этом случае целью изучения предмета является приобретение навыков по ОПК-4: Способность использовать основные прикладные программные средства и информационные технологии, применяемые в сфере профессиональной деятельности [2].

Пороговый уровень. Категории: *знание, понимание, применение* (в типовых ситуациях).

На данном уровне студент:

знает:

– основные понятия и определения дифференциального исчисления;

– основные понятия и определения интегрального исчисления;

– основные понятия и определения теории рядов;

умеет:

– решать стандартные задачи математического анализа;

владеет:

– навыками вычислений площадей, объемов и масс стандартных тел;

– навыками решения нестандартных задач с использованием разделов дифференциального исчисления.

Базовый уровень. Категории *знание, понимание, применение, анализ, синтез.*

На данном уровне студент:

знает:

– основные понятия, теоремы, концепции, результаты, задачи и методы интегрального и дифференциального исчисления, а также теории рядов;

умеет:

– оценить уровни сложности и типа представленных задач;

– применять базовые методы решения дифференциальных уравнений и, при необходимости, комбинировать подходы;

– различать удобство применения того или иного типа интеграла для решения конкретных физических задач;

владеет:

– навыками синтеза стандартных методов при решении сложных комплексных задач;

– навыками вычислений значений физических величин используя разложения функции в ряд.

Системный уровень. Категории *знание, понимание, применение, синтез, анализ, оценка, классификация.*

На данном уровне студент:

знает:

– основные понятия интегрального и дифференциального исчисления, теорию рядов; определение и свойства математических объектов в данной области, формулировки основных результатов, методы их доказательства, возможные сферы их приложений; классификацию различных математических подходов;

– системные компоненты математической задачи: исходное состояние предмета задачи; модель требуемого состояния (требования задачи);

умеет:

– применять математические методы и модели к анализу случайных явлений для их описания и понимания;

– формулировать и доказывать результаты в области математического анализа, решать задачи теоретического и прикладного характера из различных разделов дискретной математики;

– классифицировать математическую задачу и анализировать ее структуру, выбирая оптимальное решение.

– синтезировать различные подходы, для подборки более рационального и менее энергозатратного решения;

владеет:

– сформированными систематическими представлениями об основных понятиях математического анализа, в частности интегрального и дифференциального исчисления;

– навыками выбора и обоснования математических методов при решении конкретных прикладных задач;

– математическим аппаратом настолько, что анализируя и качественно делая оценку поставленной проблемы (задачи) уверенно реализует поиск оптимальных подходов и рациональных решений.

Список литературы

1. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. – URL: http://fgosvo.ru

2. ФГОС.– URL: https://fgos.ru

3. *Королева, Т. Г.* Электронный курс «Математика» по дисциплине «Математика 1». Регистрационный номер 07/06 ФГОС, 2014 г.

Ю. В. Красавина, кандидат педагогических наук,
и. о. зав. кафедрой «Профессиональная педагогика»
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 2232, e-mail: juliadamask@yandex.ru
Е. П. Пономаренко, старший преподаватель кафедры «Английский язык»
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 7275, e-mail: catpep@mail.ru
Ю. В. Серебрякова, кандидат культурологии, доцент
E-mail: julia_serebro@mail.ru
О. В. Жуйкова, кандидат педагогических наук,
зав. кафедрой «Инженерная графика и технология рекламы»
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 1273, e-mail: ig@istu.ru
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Выявление особенностей восприятия визуальной информации студентами с нарушениями слуха

Масштабное исследование, направленное на выявление особенностей восприятия визуальной информации студентами с нарушениями слуха в зависимости от вида ее носителя, поддержанное грантом РФФИ, планируется провести в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова в 2019–2021 гг. В данной статье описаны цели, задачи и актуальность исследования, а также предварительные результаты экспериментов, направленных на выявление особенностей восприятия информации студентами с нарушениями слуха по таким показателям, как понимание письменного текста, память и внимание.

Ключевые слова: инклюзивное обучение; восприятие информации; студенты с нарушениями слуха.

Введение

Согласно Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, развитие инклюзивного образования в вузах сегодня является одной из актуальных задач системы российского образования. Доступность образования для людей с нарушениями слуха и их дальнейшее вовлечение в трудовую деятельность способствует положительным сдвигам не только в экономическом, но и в социальном развитии современного российского общества. Использование интеллектуального и трудового потенциала инвалидов по слуху обеспечивает сдвиг в восприятии

© Красавина Ю. В., Пономаренко Е. П., Серебрякова Ю. В., Жуйкова О. В., 2019

Статья подготовлена в рамках исследования по гранту РФФИ 19-013-00701 «Исследование особенностей восприятия и обработки информации студентами с нарушением слуха в зависимости от вида ее носителя».

и отношении к ним в обществе, утверждая его демократические и гуманистические ценности.

Идея обеспечения качественного образования для всех обучающихся, независимо от особенностей их индивидуального развития, является концептуальной основой современной образовательной политики (Юнеско, 2006). Однако развитие и реализация инклюзивного образования в российских вузах требует создания соответствующей учебной среды и применения педагогических подходов, обеспечивающих эффективность образовательного процесса с учетом особых образовательных потребностей студентов [1]. Что касается организации учебного процесса для студентов с нарушениями слуха, то она предполагает максимальную визуализацию информации. В данном контексте ИКТ обладают огромным потенциалом для представления учебного материала как в рамках аудиторных занятий, так и для выполнения заданий в процессе самостоятельной работы. Однако, учитывая результаты последних исследований, которые демонстрируют разницу в восприятии учебной информации с разных видов ее носителей по некоторым когнитивным характеристикам (степень абстракции, запоминание и др.), возникает вопрос о целесообразности замены бумажных носителей цифровыми для достижения различных учебных целей, а также проблеме выбора определенной формы представления информации (текст, графики, схемы, изображения) для повышения эффективности ее восприятия в рамках обучения глухих и слабослышащих студентов. Данное исследование призвано ответить на эти вопросы, сформулировать рекомендации по представлению информации при обучении студентов с нарушениями слуха с учетом особенностей ее восприятия. Полученные выводы и заключения будут полезны при составлении методики для развития наглядно-образного, понятийного, ассоциативного мышления с различными уровнями вербализации (жестовой, речевой, смешанной, схематической и т. д.) слабослышащих студентов в рамках их обучения по программам бакалавриата.

Таким образом, исследование направлено на создание эффективной учебной среды при обучении студентов с нарушениями слуха за счет исследования того, как вид носителя информации (цифровой или физический – бумажный) и ее представление влияют на восприятие, запоминание, эмоциональную оценку материала, и каким образом способствуют формированию различных типов мышления.

Обзор литературы

В основе проблемы взаимодействия между компьютером и человеком лежат когнитивные процессы человеческого сознания, которые

являются объектом изучения когнитивной психологии. К ним относятся восприятие, внимание, распознавание образов, память, передача информации языковыми средствами, переработка информации (формирование знаний), логическое мышление, принятие решений и др. Исследования в данной научной области начались в 30–40 годах прошлого столетия, с ростом достижений в области компьютерных наук и искусственного интеллекта в конце XX века интерес к ним усилился. Были выделены основные когнитивные характеристики, подробно описаны и рассмотрены их структурные составляющие (Дж. Миллер, Г. Саймон, Р. Солсо и др) [3, 2]. В рамках исследований основных факторов, влияющих на процесс познания, разработаны теории контекстного познания (влияние содержания на процессы познания) (В. Дж. Клэнси, Л. А. Сукман) и воплощенного познания (взаимодействие процессов познания с окружающей средой) (Р. Гиббс, Ф. Дж. Варела). Основные принципы данных теорий лежат в основе исследований когнитивных процессов в обучении с использованием компьютеров и других цифровых носителей, результаты которых позволили сформулировать современные принципы создания интерфейсов компьютерных продуктов, заложили основу для дизайна электронных книг, учебных пособий и курсов (К. Дж. Висент, Дж. Расмуссен и др.). Однако с точки зрения развития системы инклюзивного образования, общие положения и выводы не всегда учитывают особые образовательные потребности студентов с особенностями развития мыслительной деятельности.

Методы

В исследовании предполагается использовать эксперимент, качественные и количественные методы анализа исследования: анкетирование, интервью и др. Для проверки достоверности результатов эксперимента планируется использовать методы математической статистики.

Эксперимент планируется провести на базе Центра инклюзивного обучения ИжГТУ имени М. Т. Калашникова при участии Удмуртского республиканского отделения общероссийской общественной организации инвалидов «Всероссийское общество глухих».

Целью экспериментальной работы является анализ различий количественных и качественных характеристик когнитивных процессов человеческого сознания (таких как восприятие, внимание, распознавание образов, память, передача информации языковыми средствами, переработка информации, логическое мышление, принятие решений и др.) в зависимости от формы представления информации (текстовом, графическом, табличном и др.), а также вида ее носителя (бумажный,

либо на экране компьютера, интерактивной доски, планшета, смартфона и др.). Проведение дальнейших экспериментов предполагает использование методов выявления степени сформированности того или иного типа мышления.

Методологической основой нашего исследования являются теория контекстного познания (В. Дж. Клэнси, Л. А. Сукман) и воплощенного познания (Р. Гиббс, Ф. Дж. Варела); концепция использования компьютерных обучающих сред (*Computer-based learning environments* (*CBLEs*); социально-когнитивная теория саморегулируемого академического образования Барри Дж. Зиммерман и др. [4].

В качестве инструментария предполагается использовать следующие методики:

– эксперименты, вовлекающие анализ восприятия и внимания: стандартные тесты на определение устойчивости, объема, распределения и переключения внимания (таблица Анфимова, таблицы с кольцами Ландольта, методика Шульте и др.), авторские тесты;

– эксперименты, вовлекающие анализ памяти: стандартные тесты на определение объема и продуктивности кратковременной и долговременной памяти (память на слова), авторские тесты;

– эксперименты, вовлекающие переработку информации, логическое мышление: чтение текстов с компьютерного и бумажного носителя с последующим анализом скорости чтения и понимания прочитанного с учетом сохраненной информации в вербальной рабочей памяти, определения коэффициента техники чтения – стандартизированная методика исследования навыка чтения (СМИНЧ), тест оперативных единиц чтения (ТОПЕЧ) (А. Н. Корнев, О. А. Ишимова, О. Е. Антипенко); авторские тесты;

– эксперименты, вовлекающие определение типа мышления: тесты для определения уровня сформированности различных типов мышления.

Предварительные результаты

Основным предварительным результатом экспериментов, проведенных на данный момент, является подтверждение данных, свидетельствующих о значительной разнице в некоторых показателях глухих и слабослышащих студентов, касающихся памяти и навыков переработки информации при чтении.

В экспериментах приняли участие 36 студентов 1–2-го курса ИжГТУ имени М. Т.Калашникова, включая 8 слабослышащих студентов. При проведении эксперимента были использованы такие тесты, как

таблицы Шульте, стандартизованная методика исследования навыка чтения, методика «10 слов».

Были выявлены следующие особенности:

1) По результатам теста на внимание и концентрацию (таблицы Шульте), не выявлено особой разницы в показателях студентов с нарушениями по слуху и студентами с нормой здоровья. При этом у большинства студентов (70 %) данный показатель в среднем на 18 % лучше при работе с таблицами в бумажной форме.

2) По результатам применения стандартизованной методики исследования навыка чтения показатели студентов с нарушениями по слуху оказались значительно хуже показателей студентов с нормой здоровья. Большинство глухих студентов абсолютно не справились с заданием в отведенное время, в то время как все студенты с нормой здоровья выполнили данное задание успешно.

3) Результаты экспериментов на проверку кратковременной памяти (10 слов) также свидетельствуют о разнице в показателях студентов. Студенты с нарушениями по слуху в среднем справились с заданием на 30 % хуже. При этом в данном случае вид носителя информации не оказал значительного влияния на показателя, получены приблизительно одинаковые результаты для электронного и печатного носителя информации.

Выводы и заключение

Проведенные эксперименты подтвердили, что разница в восприятии информации студентами с нарушениями по слуху и студентами с нормой здоровья существует. Однако на данный момент собранных данных недостаточно для обоснованных выводов причин существования данной разницы, а также детального описания особенностей восприятия информации глухими студентами в зависимости от ее носителя. Исследование того, как именно вид носителя информации (цифровой или физический – бумажный) и ее представление влияют на восприятие, запоминание, эмоциональную оценку материала и каким образом способствует формированию различных типов мышления являются задачей дальнейших экспериментов.

Список литературы

1. *Серебрякова, Ю. В.* Особенности инклюзивного обучения в вузе (на материале методики преподавания курсов «Философия» и «Русский язык и культура речи») / Ю. В. Серебрякова, А. А. Шишкина // Вестник ЧГПУ. – Челябинск : Изд-во ЮУГГПУ. – 2016. – № 4. – С. 107–111.

2. *Солсо, Р.* Когнитивная психология. – 6-е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 589 с.

3. *Miller, G. A*. Trends and debates in cognitive psychology // Cognition. – Elsevier. – 1981. – Vol. 10. – Pp. 215–225.
4. *Moos, D. C*. Learning With Computer-Based Learning Environments / D. C. Moos, R. Azevedo // A Literature Review of Computer Self-Efficacy. – Review of Educational Research. – 2009. – 79 (2). – Pp. 576–600.

Е. Б. Лисина, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Техносферная безопасность»
Н. В. Селюнина, старший преподаватель
кафедры «Техносферная безопасность»
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 3238, e-mail: bvd@istu.ru
В. А. Светлакова, магистрант
Тел. 8 (982) 836-86-96, e-mail: svetlerasvet@mail.ru
Д. А. Дюпина, магистрант
Тел. 8 (912) 020-92-20, e-mail: dasha.dyupina@yandex.ru
О. А. Иванова, магистрант
Тел. 8 (982) 793-50-13, e-mail: o14l13y14a.ivanova@yandex.ru
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Информационные технологии для обучения охране труда

Работа посвящена использованию современных информационных технологий для обучения охране труда. В работе рассмотрены программы для ПК и смартфонов, которые применяются в ходе обучения охране труда для работников и руководителей, а также их сравнительный анализ.

Ключевые слова: охрана труда; обучение охране труда; информационные технологии; программы.

Новые требования по организации обучения охране труда [1] предлагают работодателям организовывать обучение в сфере охраны труда не только в классическом его понимании, но и с применением новейшего программного обеспечения. При обучении большого потока сотрудников с отрывом от производства такой способ является более целесообразным.

Благодаря синтезу классического лекционного обучения с информационными технологиями созданы различные программные продукты. Они направлены на обучение работников и работодателей в сфере охраны труда, помогают сократить время обучения, отслеживать сроки

© Лисина Е. Б., Селюнина Н. В., Светлакова В. А., Дюпина Д. А., Иванова О. А., 2019

обучения для своевременного его прохождения, а также проводить проверку знаний.

Рассмотрим несколько основных программ для обучения сотрудников по охране труда.

АКИО – автономный контроль инструктажей и обучения

Программа для ПК

Разработчик: Антон Хабиров и Тимофей Косых.

Программа предназначена для контроля сроков проведения инструктажей и обучения, в том числе в области охраны труда, пожарной безопасности и электробезопасности [2].

С помощью АКИО возможно вести раздельный контроль за проведением инструктажей и обучением в нескольких организациях, а также вести списки задач с возможностью контроля их сроков выполнения и учет протоколов проверки знаний.

Учебно-информационная система «Охрана труда»

Программа для ПК

Разработчик: ООО «Центр охраны труда» г. Оренбург.

УИС «Охрана труда» используется для установки в классах обучения по программе ОТ, в методических кабинетах ОТ, на рабочих местах специалистов по ОТ [3].

Данная программа позволяет проводить первоначальное тестирование, выбирая определенный уровень подготовки работников, контролирует выполнение плана обучения. Возможно сформировать индивидуальную программу обучения и контроля знания или провести самообучение.

В системе существует трехуровневый контроль знаний с последующей корректировкой процесса обучения. После обучения проводится проверка знаний в системе и формируется итоговый протокол.

Контрольно-обучающий курс «Безопасность»

Программа для ПК

Разработчик: Агапов Александр Анатольевич.

Контрольно-обучающий курс «Безопасность» – это универсальный программный комплекс, предназначенный для автоматизации процессов обучения и проверки знаний по нормативным актам [4].

В программе проводится предаттестационное тестирование в области промышленной безопасности в аттестационных комиссиях Ростехнадзора и аттестационных комиссиях организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты. Имеются фрагменты

текстов нормативных документов. Проводится проверка знаний нормативных документов в области ОТ, техники безопасности, электробезопасности и пожарной безопасности. Ведется учет аттестованных и прошедших проверку знаний специалистов. Возможно проводить самоконтроль по вопросам, которые есть в учебно-методическом обеспечении, и использовать электронную полнотекстовую библиотеку нормативных документов. Протокол экзамена формируется по заданному шаблону.

Электронное учебное пособие «Охрана труда на предприятиях малого бизнеса»

Программа для ПК

Разработчик: группа разработчиков *Cordis media* в составе ЗАО «Маэстро Класс» г. Москва

Электронное учебное пособие для руководителей и специалистов малого бизнеса «Охрана труда на предприятиях малого бизнеса» из серии программ «Библиотека малого бизнеса». Содержатся учебные материалы, созданные авторским коллективом сотрудников ГУУ имени С. Орджоникидзе [5].

В мультимедиакурсе «Охрана труда на предприятиях малого бизнеса» дана вся необходимая информация для организации безопасных условий труда в производственных и служебных помещениях предприятий. Представлены основные законодательные акты и нормативно-правовые документы, регламентирующие сферу ОТ, освещены вопросы аттестации рабочих мест по условиям труда, приведены нормативные документы, регламентирующие организацию и проведение производственного контроля за соблюдением промышленной безопасности на опасных производственных объектах.

Олимпокс

Программа для ПК

Разработчик: ООО «ТЕРМИКА».

Олимпокс – обучающе-контролирующая система, предназначена для автоматизации процессов обучения и проверки знаний в обучающих организациях, в корпоративной интернет-сети предприятия, а также посредством удаленного доступа через сеть Интернет [6].

Есть возможность одновременной совместной работы большого числа пользователей, а также проведение обучения и проверки знаний территориально удаленных пользователей. Система рассчитана на индивидуальное и групповое обучение.

Сравнительная таблица программных продуктов

Программный продукт	Критерии сравнения программных продуктов								
	обучение работников	проверка / контроль знаний	контроль сроков обучения	применение на ПК	использование на смартфоне / планшете	дополнительное оборудование	необходимость дополнительного обучения для работы	нужен доступ в Интернет	помощь в работе специалиста по ОТ
АКИО	Нет	Нет	Да	Да	Нет	Нет	Да	Нет	Да
УИС «Охрана труда»	Да	Нет	Нет	Да	Да	Да	Нет	Нет	Да
КОК «Безопасность»	Да	Да	Да	Да	Нет	Нет	Да	Да	Да
ЭУП «Охрана труда на предприятиях малого бизнеса»	Да	Да	Нет	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Да
Олимпокс	Да	Да	Нет	Да	Нет	Нет	Да	Да	Да
ОТ для ИТР	Да	Да	Нет	Нет	Да	Нет	Да	Да	Да

Охрана труда для ИТР

Программа для *Android*

Разработчик: *Naty*.

Программа состоит из 4 разделов: обучение и проверка знаний требований ОТ руководителей, специалистов, а также контроль и технический надзор за проведением работ; оказание первой помощи на производстве; подготовка и аттестация руководителей и специалистов по порядку безопасности проведения ремонтных работ на химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих опасных производственных объектах; подготовка и аттестация руководителей и специалистов по порядку безопасного проведения ремонтных работ.

Каждая из программ обладает уникальными характеристиками, которые полезны в сфере ОТ. Сравнительный анализ основных параметров удобнее рассмотреть в виде таблицы.

Благодаря обучению ОТ при помощи средств информационных технологий достигается высокий уровень знаний, повышенная заинтересованность обучаемых при минимальных трудовых человеческих затратах.

Список литературы

1. ГОСТ 12.0.004–2015 ССБТ Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения [введен с 1 марта 2017 г. (взамен ГОСТ 12.0.004–90)] // ТехэкспеРт. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200136072

2. Автономный контроль инструктажей и обучения. – URL: http://akio.afd-expert.ru (дата обращения: 03.01.2019).

3. УИС «Охрана труда». – URL: http://охранатруда56.рф/уис-охрана-труда-2 (дата обращения: 03.01.2019).

4. Курс «Безопасность». – URL: http://rykovodstvo.ru/exspl/ 30923/index.html (дата обращения: 05.01.2019).

5. Охрана труда на предприятиях малого бизнеса : учеб. пособие. – URL: https://dogma.su/software/teacher/462 (дата обращения: 05.01.2019).

6. Обучение по промышленной безопасности с использованием программы Олимпокс. – URL: http://olimpoks.com (дата обращения: 06.01.2019).

В. С. Михалкин, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Физика и оптотехника»
Тел. (3412) 24-70-88, e-mail: v.mikhalkin1940@mail.ru
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Двуязычные терминологические словари как дидактический инструмент интернационализации инженерного образования

В докладе рассматривается билингвизация учебного процесса технического вуза как фактора интернационализации инженерного образования, повышающего его конкурентоспособность на международном и российском образовательных рынках. Особое внимание уделяется созданию и использованию русско-английского академического (учебного) тезауруса, представляющего базовые термины курса общей физики для освоения этого предмета на русском и английском языках.

Ключевые слова: билингвизация учебного процесса; двуязычный модуль курса физики технического вуза; академический русско-английский словарь-тезаурус; язык для специальных целей (ЯСЦ).

Высшее российское образование характеризуется сегодня существованием конструктивного конфликта между национальной обособленностью вузов, с одной стороны, и ростом международных связей и интернационализацией высшего образования – с другой стороны. Очевидно, что разрешение этого конфликта и преодоления замкнутости системы отечественного образования вызывает необходимость знакомства с опытом интернационализации зарубежного образования. При всей осторожности национальных систем образования к международным новшествам в них растет число программ с преподаванием на английском языке. Его использование в европейских университетах как средства обучения особенно широко коснулось технических областей и привело к созданию специальностей «европейские инженерные науки». Аналогичная тенденция обнаруживается и в образовательных сферах азиатских стран. Например, в Китае по неукоснительным предписаниям его Департамента образования, свыше 50 учебной нагрузки должно выполняться на английском языке с использованием иностранных аутентичных учебников.

Преодоление замкнутости отечественного образования и его выход на международный рынок определяется положениями «Концепции

© Михалкин В. С., 2019

экспорта образовательных услуг Российской Федерации» [1], в которой понятие интернационализации высшего образования разделяется на две основные разновидности: *внешнюю* интернационализацию (*education abroad*) и *внутреннюю* интернационализацию (*internationalization at home*). Результаты и плоды *внутренне*й интернационализации вузов связываются не с процессом миграции студентов из одной страны в другую, а с обучением в двуязычной среде отечественных вузов. Ее реализация призвана повысить качество и конкурентоспособность российской системы образования в мировом и российском образовательном пространстве, а в будущем и повышение доли экспорта образовательных услуг.

В рамках интернационализации и открытости российского образования создается широкий спектр моделей двуязычного (билингвального) обучения иностранных и отечественных студентов. Основными из них являются три модели, в первой из них *Content and Language Integrated Learning*, *CLIL*, получившей название «Предметно-языковое интегрированное обучение», осуществляется интегрированное обучение предметов и иностранного языка. Во второй модели *EMI – English as Medium for Instruction*, названной как «Английский язык как средство обучения», реализуется преподавание общенаучных и инженерных дисциплин на английском языке. Третья модель двуязычного образования (*BE – Bilingual Education*) ориентирована на поддержку языкового разнообразия общества.

Освоение начальных моделей двуязычного обучения практикуется в Ижевском государственном техническом университете имени М. Т. Калашникова на протяжении более 20 лет [2–4]. В них решаются задачи достижения вербально-семантического развития языковой личности студента, обеспечивающего переход от базового уровня владения английским языком *General English* к продвинутому уровню *Languages for special purposes* (язык для специальных целей – ЯСЦ). Их результаты опубликованы в материалах регулярных международных конференций «Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми системами образования» (*Education quality*), проводимых на базе Ижевского государственного технического университета с 2004 года по настоящее время.

Особая значимость английского языка в структуре и функциональном назначении ЯСЦ обусловлена его этимологической и лингвистической фундаментальностью, насыщенностью ее лексики словами всех времен и народов. По оценке исследователей, она на 80 % состоит из греческих, латинских и французских слов, что позволяет считать ее важнейшим лингвистическим ресурсом в общенаучной подготовке

студентов. В силу этого изучение физики на иностранном языке подвержено особому феномену познавательной деятельности, обнаруженному Г. Лейбницем и названным апперцепцией – зависимостью восприятия предметов окружающего мира от предшествующего опыта и установок индивида. В силу этого феномена первоначальные знания по предмету и иностранному языку, являясь *предыдущим индивидуальным опытом*, взаимно усиливают друг друга и позволяют достигать целостности представлений в обеих предметных областях знаний. Основной и неотъемлемой частью ЯСЦ как «жанра» научной речи являются его терминология, составляющая основу научного языка различных областей знаний. Двуязычное осмысление термина в сочетании с пониманием его синтаксической структуры является одним из самых важным факторов успешности овладения любой разновидности ЯСЦ. Оно позволяет строить иноязычные предложения, подтверждая известный креативный принцип Гумбольдта: *неограниченное применение ограниченным средством* (рис. 1).

Рис. 1. Взаимосвязь терминологии и словарного запаса ЯСЦ

Свойства общенаучной терминологии физики, такие как: системность, устойчивость и регулярность связей ее элементов служат надежной основой, которая обеспечивает возможность создания ее учебных терминологических словарей или тезаурусов, относящихся к специальным типам словарей с точно определенными связями между терминами. Необходимость их создания обусловлена тем, что традиционные физические англо-русские или русско-английские словари предназначены только для одностороннего перевода текста, что не удовлетворяет запросам билингвистического обучения. Практика их создания приводит к необходимости привлечения как преподавателей, владеющих языком, но менее профессионально подготовленных по изучаемому предмету, так и преподавателей, компетентных в своей области, но менее подготовленных по иностранному языку. Благоприятный исход такого взаимодействия обеспечивается лишь при условии интеграции и синергизма их совместных усилий.

Эффективность двуязычного обучения обеспечивается созданием широкого фонда учебно-дидактических материалов. В его создании неоспоримая роль принадлежит Британскому совету, который развивает международное сотрудничество в образовательной сфере и предлагает широкий выбор бесплатных курсов повышения квалификации, еженедельных методических семинаров, а также методических и учебных материалов для преподавателей ЯСЦ. Под эгидой Кембриджского университета и Британского Совета с 1995 г. выпускается журнал *ESP Russia*, в котором преподаватели ЯСЦ могут обмениваться мнениями по актуальным вопросам теории и практики преподавания английского языка для специальных целей.

В рамках билингвизации физико-технического образования академический двуязычный тезаурус не предусматривает пересмотра содержания и направленности типового курса общей физики. В отличие от стандартных словарей-книг, он предназначается для раскрытия смысловых взаимосвязей базовых понятий физических курсов, обогащая их исполнением коммуникативных, когнитивных и информативных функций обучения. Его содержание включает совокупность теоретических и эмпирических терминов, значительное число которых не совсем ясно и однозначно определяются в различных учебниках и словарях. По этой причине разработка тезауруса – сложная многоаспектная проблема, включающая в себя решение четырех основных задач: подбор номенклатуры, адекватное смысловое наполнение терминов, указание их смысловой связи и достижение полной обратимости для каждого из двух языков.

Значимость двуязычного тезауруса в билингвизации учебного процесса не находит должного признания в образовательном сообществе. Различные дидактические аспекты физического англо-русского тезауруса отражены схемой рис. 2.

Приведенная функциональная модель англо-русского физического тезауруса отражает возможности достижений различных степеней и границ наложения и интеграции предметных и лингвистических областей знаний. В целом она охватывает три широких образовательных области, каждая из которых имеет свои образовательные цели. Они могут перемещаться как в сторону предметной области, когда она является объектом усвоения, так и в лингвистическую область, если целью обучения является усвоение иностранного и отечественного языка для специальных целей.

Рис. 2. Концептуальная схема образовательных областей англо-русского физического тезауруса в техническом вузе.

Несомненно, что использование двуязычных академических тезаурусов в учебном процессе вузов актуализирует дальнейшие исследования приемлемых путей интеграции и синергии языкового и предметного обучения на основе отказа от представления, что одноязычие – это норма, а билингвизм – девиация. Эта стратегия развития открывает дверь наиболее продвинутым студентам к новому мышлению и образу жизни и является необходимым и адекватным ответом на вызовы современного мира. Она являет собой бифуркационную точку зарождения новой ветви эволюционного развития всей системы высшего отечественного образования, на которой произойдет преодоление ее моноязычия, повышение привлекательности и конкурентоспособности на международном рынке образовательных услуг.

Список литературы

1. Концепция экспорта образовательных услуг Российской Федерации на период 2011–2020 годы // Вестник международных организаций. – 2010. – Т. 5. № 1. – 96–106. – URL: https://iorj.hse.ru/2010--1/26724328.html (дата обращения: 26.03.2019).

2. *Михалкин, В. С.* Физика. Математика. Информатика. Основные русские и английские термины : учеб. пособие / В. С. Михалкин, Т. Г. Возмищева, С. Н. Селивановский. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2006. –224 с.

3. *Михалкин, В. С.* Учебный тезаурус по физике и математике на русском и английском языках : учеб. пособие / В. С. Михалкин, Т. Г. Возмищева. – М. ; Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика» ; Ин-т компьютерных исслед., 2008. – 256 с.

4. *Михалкин, В. С.* Обучение курсу физики на английском языке: синергия двуязычного обучения студентов технического вуза // Физическое образование в вузах. – 2013. – Т. 19. № 4. – С. 27–34.

А. С. Поздеева, специалист УМР 1-й категории
Института непрерывного профессионального образования
Тел. (3412) 77-07-93, e-mail: nura.pozdeeva@yandex.ru
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Кураторская деятельность как фактор повышения качества образования

В данной статье представлены материалы, которые отражают значимость деятельности куратора в образовательном процессе и процессе социализации студентов среднего профессионального образования.

Ключевые слова: студенты-первокурсники; адаптация; кураторская деятельность; педагогическая поддержка; качество образования.

Борьба за достойный уровень и качество образования определяется как ведущая задача в реализации учебного процесса всех образовательных учреждений. Каждое учебное заведение ищет пути ее решения по-своему, учитывая особенности уровня образования, контингента, финансирования и иных немаловажных факторов.

Профессиональное образование представляет собой не только систему показателей знаний, умений и навыков, но и норм ценностно-эмоционального отношения к миру, о чем говорят ФГОС 3-го поколения, ссылаясь на общекультурные компетенции.

Российская система среднего профессионального образования переживает сложный период, что во многом связано с модернизацией всей образовательной системы, цель которой – «повышение доступности качественного образования в соответствии с требованиями инновационного развития экономики и современными потребностями общества» [5].

© Поздеева А. С., 2019

Нельзя не отметить негативные явления и процессы экономического, идеологического, социально-психологического, культурно-воспитательного характера, происходящие в обществе, которые наиболее болезненным образом отражаются на самой незащищенной части населения – детях и подростках.

Опираясь на статистику МВД РФ, выделим, что в январе – сентябре 2018 г. зарегистрировано 1490,9 тыс. преступлений, причем каждое двадцать седьмое (3,7 %) совершено несовершеннолетними или при их соучастии. Всего выявлено около 23 000 несовершеннолетних лиц, совершивших преступления [6].

Как мы видим из статистических данных, достаточное количество несовершеннолетних попадает в трудные жизненные ситуации. Причины тому разные. Учитывая данные особенности возраста, нельзя однобоко судить о ситуациях и предпосылках. Некоторым подросткам бывает очень трудно пройти процесс социализации, некоторые подростки таким образом пытаются лишь обратить на себя внимание, поэтому им так важно вовремя быть замеченными и услышанными.

Актуальность проблем участия кураторов в жизни, воспитательных моментов, а также поддержки в отношении студентов среднего профессионального образования обусловлена психологическими факторами развития общества.

Переходя непосредственно к решению вопроса о повышении качества среднего профессионального образования, необходимо обратить внимание на условия обеспечения качества его составляющих.

Как свидетельствует практика, одной из особенностей их реализации является внимание инициаторов и исполнителей процесса к воспитательному аспекту образовательной деятельности на всех ее уровнях [1].

Анализируя процесс обучения первого курса среднего профессионального образования, можно сделать вывод о том, что одними из самых значительных проблем в период адаптации становятся трудности в освоении новой системы обучения, которая значительным образом отличается от школьной. При проблемах на данном этапе некоторые студенты возвращаются в школы, что является показателем индивидуальных особенностей личности, которые должны быть вовремя замечены. Изучение индивидуально-личностных и морально-психологических качеств студента происходит в разрезе воспитательной работы, которая становится наравне с образовательным процессом.

Говоря о воспитательном процессе в стенах образовательной организации, в первую очередь, подразумевается кураторская деятельность, которая была введена в вуЗы еще в XIX веке, а доведена до совершенства ориентировочно в 2006 г., тогда же, когда был выделен

институт кураторства. Функции куратора с тех пор изменились лишь незначительно.

Куратор, являясь модератором процесса, способствует сплочению коллектива, созданию здорового психологического климата в нем, и оказывает помощь в адаптации с учебно-методической точки зрения.

Содержание работы куратора студенческой группы включает в себя:

– участие в жизни группы: помощь в решении повседневных студенческих проблем, работа по созданию дружеской атмосферы в группе, интерес к личности каждого студента;

– контроль за успеваемостью студентов;

– знание бытовых и семейных условий и состояния здоровья каждого студента в группе;

– помощь в вопросах, связанных с учебным расписанием, занятиями, сессией;

– привлечение студентов к исследовательской работе, изучение их научных интересов;

– приобщение студентов к студенческой жизни, предоставление возможности для самореализации;

– индивидуальная работа со студентами;

– доведение до сведения деканата и родителей необходимой информации об успеваемости, посещении занятий и поведении;

– этическое и эстетическое воспитание студентов в группе: беседы о поведении, этикете, привитие интереса к культуре, искусству;

– контроль за соблюдением правил внутреннего распорядка.

Все вышеперечисленное особым образом актуально для студентов первого курса среднего профессионального образования в силу их психических и физиологических особенностей. Этот возраст попадает под период комплексного изменения и становления жизни человека.

Педагогическая поддержка, по мнению О. С. Газмана, – особая сфера педагогической деятельности, оперативная помощь в развитии и содействие саморазвитию личности, которые направлены на решение его индивидуальных проблем, связанных со здоровьем, продвижением в обучении, коммуникацией и жизненным самоопределением.

Для обучения и воспитания важно, чтобы человек научился владеть культурой, а для педагогической поддержки важно, чтобы человек научился владеть собой, учился становиться хозяином собственной жизни, т. е. умеющим заботиться, устраивать, применять и использовать собственную жизнь по своему усмотрению. Педагогическая поддержка не противостоит обучению и воспитанию, а дополняет их, усиливает их эффективность, поскольку служит связывающим звеном для возникновения самовоспитания и мотивированного учения [3].

Теперь сформулируем основополагающее понятие, на котором мы сегодня делаем акцент.

Качество образования – определенный уровень знаний и умений, умственного, нравственного и физического развития, которого достигают обучаемые на определенном этапе в соответствии с планируемыми целями [4].

А. Е. Бахмутский в качество образования включает [2]:

1. Уровень учебных достижений учащихся.
2. Уровень развития мышления учащихся.
3. Мотивацию к обучению.
4. Психологическую комфортность образовательного процесса.
5. Качество содержания используемых образовательных программ.
6. Качество реализации образовательных программ.

На три из шести вышеперечисленных пункта, а именно 3, 4 и 6 имеет возможность влиять куратор группы. Мотивация к обучению и психологический климат группы во многом зависит от адаптации бывших школьников. Стоит отметить, что куратор проводит как кураторские и классные часы в группах, так и работает индивидуально с каждым студентом, во многом способствуя сплочению коллектива, решению межличностных и учебных вопросов, социальной адаптации, и контролируя внеучебную деятельность студентов. Этот трудный период должен контролироваться взрослыми наиболее активным образом, в силу психофизиологических особенностей подрастающего поколения.

Исследования показали, что в группах, где куратор проводит беседы, классные часы и принимает активное участие в жизни группы, успеваемость, посещаемость и поведение по всем показателям выше. Успешная и быстрая адаптация первокурсника является залогом эффективного дальнейшего развития и становления будущего специалиста. Кураторская поддержка и контроль способствуют нормальному процессу социализации и помощи родителям в воспитании подрастающего поколения, нашего будущего.

Можно сделать вывод, что кураторская деятельность является не только элементом поддержки и адаптации, но и как следствие, положительно влияет на качество образования.

Список литературы

1. Проблемы организации кураторской работы в вузе / В. П. Бабинцев [и др.] // Высшее образование в России. – 2010. – № 6. – С. 124–127.

2. *Калдыбаев, С. К.* Качество образовательного процесса в структуре качества образования / С. К. Калдыбаев, А. Б.Бейшеналиев // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 7 – С. 90–97.

3. *Качалов, В. А.* Проблемы управления качеством в вузах // Стандарты и качество. – 2005. – № 12. – С. 82–87.

4. *Коджаспирова, Г. М.* Педагогический словарь : Для студ. высш. и сред. пед. учеб. завед. / Г. М. Коджаспирова, А. Ю. Коджаспиров. – М. : Издат. центр «Академия», 2000. – 176 с.

5. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/ (дата обращения: 18.03.2019).

6. *Титова, А. И.* Преступность несовершеннолетних: состояние и динамика // Молодой ученый. – 2018. – № 34. – С. 64–66.

Н. Н. Пушина, кандидат экономических наук, доцент,
зав. кафедрой «Экономика и управление организацией»
Тел. 8 (912) 851-88-17, e-mail: pushina_nn@mail.ru
И. О. Волкова, выпускник магистратуры
А. А. Камашева, магистрант
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Опыт внедрения системы сбалансированных показателей в вузах

Система сбалансированных показателей является относительно новым подходом к управлению и оценке эффективности деятельности организации. В работе рассматриваются примеры зарубежного опыта и российской практики использования системы сбалансированных показателей в вузах.

Ключевые слова: система сбалансированных показателей (*Balanced Scorecard*, *BSC*); управление в вузе; мониторинг вузов; эффективность управления.

Система сбалансированных показателей (*Balanced Scorecard*, *BSC* или ССП) как один из подходов к оценке эффективности деятельности организации появилась в начале 1990-х гг. В работах Роберта Каплана (*Robert Kaplan*) и Дэвида Нортона (*David Norton*) «Сбалансированная система показателей» (1996), «Организация, ориентированная на стратегию» (2001), «Стратегические карты» (2003) [1] и др. показано, что широко используемые финансовые показатели эффективности деятельности организации, представляемые на основе данных бухгалтер-

© Пушина Н. Н., Волкова И. О., Камашева А. А., 2019

ского учета, формируют неполную и неточную картину текущего положения организации, не отражают ориентацию на клиента, на внутренние бизнес-процессы, т. к. касаются только финансовой стороны деятельности организации, при этом полностью игнорируются такие важнейшие составляющие, как отношения с персоналом, инновации и т. д. [2]. Кроме того, учет только финансовой составляющей не позволяет оценивать персонал с качественной стороны, со стороны вовлеченности в процесс удовлетворения потребностей клиента, а тот факт, что клиентоориентированность – главная составляющая конкурентной борьбы, ни у кого не вызывает сомнения.

К настоящему время ССП в России только начинает внедряться в качестве метода оценки эффективности деятельности в организациях реального сектора экономики, в зарубежной практике система уже успешно внедряется в учреждениях высшего образования. Среди них такие известные вузы, как университет Огайо (США); университет Оттавы (Канада), университет Таммасат (Таиланд) и др. [3, 4]. Анализ также показал, что не все вузы формируют ССП по четырем классическим составляющим (клиенты, персонал, финансы и бизнес-процессы). Например, в университете Огайо используется пять составляющих: ресурсный менеджмент, академическое превосходство; обязательство по передаче знаний на локальном, национальном и международном уровнях; студенческий опыт обучения; разнообразие [5]. В этом вузе финансовая составляющая учитывается в сфере «обязательства по передаче знаний на локальном, национальном и международном уровнях». Среди ключевых показателей эффективности в университете Огайо выделяют количество публикаций, цитирований, грантов и премий, что относится к сфере академического превосходства.

Следующий пример – это университет Оттавы. В данном вузе применяется оценка эффективности по четырем составляющим: академическое превосходство; студенты и сообщество; качество работы и обязательства; ресурсы. При этом составляющая «Ресурсы» отражает материальную и финансовую обеспеченность и включает такие элементы, как площадь помещений для образовательной деятельности на одного студента дневной формы обучения, объем финансирования на одного студента дневной формы обучения и др. [5]. Вызывает интерес опыт внедрения системы сбалансированных показателей в университете Таммасат в Таиланде, где при выборе показателей эффективности проводились интервью с кабинетом министров правительства Таиланда и опрос преподавателей самого университета. На основе этого были всего сформулировано 28 индикаторов: 9 для блока внутренних бизнес-процессов, 8 для финансовой составляющей, 8 для клиентской

и 3 для блока обучения и развития. В данном случае при внедрении системы выполнялся главный ключевой момент, связанный с тем, что вся система «разворачивается под клиента», поэтому на предварительных этапах необходимо четко определить запросы клиентов.

Также следует отметить, что ряд университетов применяют данную систему как по отношению к вузу в целом, так и по отношению к отдельным структурным подразделениям. Так, например, в Госпитальном университете Швейцарии ССП действует только на факультете анестезиологии. Достаточно часто ССП применяют университетские библиотеки, примерами внедрения являются библиотеки университетов Аризоны, Вирджинии и Флориды (США), Дикина (Австралия), Киото (Япония) и др. [6].

Помимо зарубежного опыта, можно выделить и российские вузы, которые используют данную систему в своей деятельности. Такими примерами являются Владивостокский государственный университет экономики и сервиса [7], а также Северный государственный медицинский университет (СГМУ). При разработке системы сбалансированных показателей СГМУ использовалась стандартная модель ССП, которая дополнена составляющей «Ресурсный потенциал», в которую включена опция «стратегически важные нематериальные активы».

Таким образом, можно сделать вывод, что на сегодняшний день система сбалансированных показателей уже успешно применяется для оценки деятельности вузов по всему миру и может стать эффективным инструментом стратегического управления для российских вузов. Но прежде чем внедрять систему, необходимо разобраться с запросами «клиента» [10], а вот здесь вузы и подстерегает ловушка. Фактическим потребителем образовательных услуг вуза являются непосредственно абитуриенты – будущие студенты, а также работодатели, а требования к подготовке будущих специалистов задаются в образовательных стандартах Министерством науки и высшего образования РФ, от которого, в том числе зависят выделяемые бюджетные места. Это, в свою очередь, говорит о необходимости, выделения трех групп клиентов, и по отношению к каждой группе будут использоваться свои показатели, которые могут друг другу противоречить (таблица).

И понятно, что работодатель должен быть задействован и в учебном процессе, и в государственной итоговой аттестации выпускников, но прилагать усилия для этого, тем более платить за подготовку специалиста, он не готов, по крайней в большом масштабе. Студент в целом рассчитывает на высокие доходы после трудоустройства, на получение интересной, престижной работы, но прилагать усилия для получения образования стремиться все меньшее количество студентов.

В результате *высокомотивированный клиент* только один – это Министерством науки и высшего образования РФ. Поэтому вопрос о том, какие показатели должны использоваться вузами для оценки составляющей «Клиенты», пока остается открытым.

Цели различных субъектов на рынке образовательных услуг

Цели абитуриента – будущего студента	Цели государства	Цели работодателей
1. Получение образования на бюджетной основе. 2. Получение престижного образования и признания в будущем, получение высокого уровня доходов. 3. Приложение минимального количетсва усилий при освоении ООП	1. Экономический рост государства. 2. Повышение качества жизни, в том числе снижение безработицы и уровня преступности. 3. Удовлетворение потребностей рынка труда в специалистах соответствующей квалификации (что реализуется через учет требований профстандартов в образовательных стандартах)	Получение специалистов с необходимым уровнем образования, способного в минимальные сроки адаптироваться к условиям работы в организации и начать приносить ей доход, но при минимальных затратах на этого специалиста со своей стороны

Список литературы

1. *Stewart, A. C.* The Balanced Scorecard: Beyond Reports and Rankings / A. C. Stewart, J. Carpenter-Hubin // Planning for Higher Educations. – Winter 2000–2001. – Pp. 37–42.

2. *Гершун, А*. Полный курс по ССП. – URL: http://balanced-scorecard.ru/books/bsc2/main (дата обращения: 11.12.2017).

3. *Nopadol, Rompho*. Building the Balances Scorecard for the University Case Study: The University in Thailand – URL: http://www.jap.tbs.tu.ac.th/files/Article/Jap09/Full/JAP09Noppadol.pdf (дата обращения: 11.12.2017).

4. *Пушина, Н. Н.* Система сбалансированных показателей в вузах / Н. Н. Пушина, И. О. Волкова // Роль финансов и учёта в развитии финансовой системы : сб. ст. междунар. оч.-заоч. науч.-практ. конф. – Ижевск : Издат. дом «Удмуртский университет», 2018. – С. 174–181.

5. University of Ottawa scorecard definition. – URL: http://web5.uottawa.ca/vision2010/pdf/scorecard-2008.pdf (дата обращения: 10.12.2017).

6. *Чепоров, В. В*. Финансовые индикаторы в системе сбалансированных показателей для высших учебных заведений / В. В. Чепоров, Л. Л. Рос // Ученые записки Таврич. нац. ун-та им. В. И. Вернадского. Сер. «Экономика и управление». – 2012. – Т. 23 (62). № 1. – С. 158–167.

7. *Мальцева, Г. И.* Применение системы сбалансированных показателей в процессе стратегического планирования вуза (на примере Владивостокского государственного университета экономики и сервиса) / Г. И. Мальцева, Р. А. Луговой, Ю. А. Солдатова // Стратегический менеджмент. – 2004. – № 5-6. – С. 96-103. – URL: http://ecsocman.hse.ru/data/267/567/1216/96-103.pdf (дата обращения: 28.12.2017).

8. *Пушина, Н. Н.* Прогнозирование потребностей рынка труда в специалистах с высшим профессиональным образованием: организационно-методические аспекты : моногр. / Н. Н. Пушина, С. Б. Ахвердибеков, Е. В. Коробейникова. – Сарапул : Сарапул. типогр, 2011. – С. 42.

А. В. Рябчиков, кандидат технических наук, доцент,
директор Института международных образовательных программ
С. И. Чукавина, методист
Института международных образовательных программ
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 5130, email: ryabch@istu.ru

Инструменты и методы привлечения иностранных абитуриентов на образовательные программы ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Проведен анализ текущей ситуации по привлечению иностранных абитуриентов в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, подходов к продвижению в ведущих зарубежных университетах, даны рекомендации по использованию наиболее эффективных инструментов и методов привлечения иностранных абитуриентов – сайт университета, участие в рейтингах, социальные сети, МООС-платформы, оффлайн-продвижение.

Ключевые слова: иностранные абитуриенты; привлечение; рекрутинг; цифровой маркетинг; сайт университета; рейтинги; социальные сети; МООС-платформы; союз иностранных студентов.

Тренды современного международного рынка образования подтверждают необходимость разработки новых методов привлечения иностранных студентов, чтобы выживать в условиях конкуренции на местном и глобальном рынках образования.

Согласно опубликованному исследованию международной организации International Consultants for Education and Fairs (ICEF), которое регулярно проводит опросы в вузах, самым важным трендом се-

© Рябчиков А. В., Чукавина С. И., 2019

годня является рост значимости цифрового маркетинга и онлайн-продвижения.

По мнению экспертов *ICEF*, при принятии решения о поступлении в вуз студенты прибегают одновременно к нескольким онлайновым информационным каналам. На примере потенциальных студентов из Китая было продемонстрировано, что 9 из 10 китайцев на первом этапе поиска вузов и программ ищут информацию в поисковых системах и на образовательных порталах, затем 4 из 10 изучают информацию и смотрят видео на сайте вуза, в итоге 1 из 3 уточняет детали в соцсетях. Соответственно, образовательные порталы, сайт и социальные сети – именно те каналы, в которых мы заинтересованы.

Таким образом, данная статья призывает ознакомиться с альтернативными вариантами продвижения вуза и привлечения иностранных студентов и проанализировать наиболее перспективные методы рекрутинга, помимо тех, что уже использовались университетом.

Ситуационный анализ. Анализ существующих каналов информации

Работой по привлечению иностранных студентов, их адаптацией и сопровождением, а также разработкой образовательных курсов и программ на иностранном языке занимается международная служба вуза – Институт международных образовательных программ. Приоритетными видами международной деятельности в вузе являются набор иностранных абитуриентов и развитие академической мобильности студентов и преподавателей.

На данный момент основными формами рекрутинга иностранных студентов являются работа с рекрутинговыми агентствами (*Russian Education Center*, *Premium*, *Sunlight World LLC*), рекрутинг через студентов и выпускников университета и рекрутинг через университеты-партнеры в рамках программ двух дипломов.

Привлечение рекрутинговых агентств оправдывает ожидания и обеспечивает необходимую долю иностранных студентов в год. Тем не менее, будучи заинтересованными не только в количестве и качестве иностранных студентов, но и в улучшении позиций университета на международном рынке, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова стремится создать необходимую инфраструктуру для экспорта образовательных услуг.

Возможно, для нынешнего учебного года результаты оптимизации работы соцсетей и других онлайн-каналов будут не так заметны, но в дальнейшем удобная и понятная версия сайта, «живой» контент на английском языке в соцсетях и интересные онлайн курсы на MOOC-

платформах обеспечат интерес со стороны потенциальных абитуриентов, удовлетворенность со стороны учащихся иностранных студентов.

Таким образом, основной краткосрочной целью является запуск всех каналов коммуникации на английском языке для создания благоприятной среды для уже существующих иностранных студентов.

Целью в долгосрочной перспективе является использование запущенных и успешно функционирующих каналов на английском языке для продвижения, в частности таргетированной рекламы и попадания в рейтинги.

Анализ образовательных порталов

Иностранному студенту найти ИжГТУ на образовательных порталах не так просто. Когда вводишь аббревиатуру ИжГТУ на английском (ISTU) в Google, то университет отображается первым результатом поиска, однако на образовательных порталах студента часто перебрасывает на ИрНИТУ (Иркутский национальный исследовательский технический университет, ранее – Иркутский государственный технический университет) с такой же английской аббревиатурой ISTU.

Информация об ИжГТУ есть почти на всех самых популярных среди иностранцев образовательных порталах, например:

https://russia.study/en

http://www.edu.ru/abitur/act.3/ds.1/isn.181/index.php

http://www.russia.edu.ru/vuz/7681/

http://gfi.edu.ru/

Но нет на других образовательных порталах, например, на https://studyinrussia.ru/study-in-russia/universities/

А это первый результат, если в поисковой строке ввести “How to study in Russia”, “How to apply in Russian university”, “I want to study in Russia”.

Важное упоминание университета и его программ есть также на платформах, известных абитуриентам из СНГ, например:

https://moeobrazovanie.ru/igtu/?specs

упоминание на сайте Ростеха https://rostec.ru/careers/university/329/

http://vuzoteka.ru/%D0%B2%D1%83%D0%B7%D1%8B/%D0%98%D0%B6%D0%93%D0%A2%D0%A3/%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B7%D0%B0%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B5%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5

Анализ присутствия в рейтингах

ИжГТУ имени М. Т. Калашникова фигурирует в основном только в российских рейтингах (подготовленных российскими порталами/из-

дательствами), которые не находятся в поле зрения иностранцев. Для попадания в английские рейтинги топ-вузов мира, а также зарубежные рейтинги топ-вузов России нужно увеличивать коэффициент – соотношение количества иностранных студентов к общему количеству всех студентов вуза. Чем выше этот коэффициент, тем выше позиции вузов в международном рейтинге. Так что эти моменты взаимосвязаны, и без привлечения большего числа студентов будет сложно подняться в рейтингах, подготовленных зарубежными коллегами.

Однако на образовательных порталах, где есть информация об ИжГТУ, фигурируют следующие рейтинговые позиции (таблица).

Год	Образовательный портал	Позиция в рейтинге
2013	University Rankings “Expert RA”	71
2013	National University Rankings	143
2014	University Rankings “Expert RA”	65
2014	National University Rankings	185
2014	QS / BRICS	200–300
2014	Webometrics / Russian Federation	191
2014	Webometrics / BRICS	1375
2015	Webometrics / Russian Federation	177
2015	National University Rankings	185
2015	University Rankings “Expert RA”	69
2016	University Rankings “Expert RA”	61
2017	РУССОФТ: Рейтинг российских университетов для софтверной отрасли	15
2017	superjob.ru / Рейтинг технических вузов России 2017 по уровню подготовки и уровню зарплат	18
2018	Vuzopedia. Рейтинг технических вузов России	31

Рейтинги – очень важный элемент для привлечения внимания иностранных студентов, однако на данный момент важнее создать благоприятную среду для иностранных студентов, чтобы в дальнейшем претендовать на внешние высокие оценки.

Анализ сайта университета

На данный момент новая версия сайта находится в стадии разработке. Поскольку нет промежуточной версии англоязычного сайта, которую можно прокомментировать, предлагаем несколько общих рекомендаций для рассмотрения, исходя из недочетов предыдущей версии.

1. Сейчас все разделы сайта – сплошной текст. Нужны живые фотографии, картинки в каждом разделе веб-страницы, это делает текст бо-

лее понятным и привлекательным для иностранных студентов, даже если речь идет о программах бакалавриата или о процедурных вопросах.

Примеры:

http://www.undergraduate.study.cam.ac.uk/

http://www.ed.ac.uk/studying

http://www.imperial.ac.uk/study/pg

http://www.imperial.ac.uk/study/ug/why-imperial/career-success/

http://www.lse.ac.uk/

2. Нужно отдать предпочтение инфографике. Все пользователи (даже заинтересованные в процессе поступления абитуриенты) очень ленивы, им неинтересно читать длинный текст, даже если он красив и оформлен. Именно поэтому графический способ подачи информации для пользователя является более предпочтительным. Инфографика представляет собой картинку, на которой с помощью текста и графики отображена определенная информация. В инфографике содержится краткое описание чего-либо, она не обязательно полностью заменяет весь текст на странице, но является хорошим дополнением. Инфографика не всегда полностью заменяет текст, чаще она является его дополнением или пересказом.

Преимущества использования инфографики на сайте:

1. Удобство для пользователей: если абитуриенту удобно воспринимать информацию на сайте вуза, он вернется на сайт с большей вероятностью.

2. Возможность получить дополнительный трафик на сайт за счет прямых переходов с сервисов «Яндекс.Картинки» и «Картинки Google».

3. Эффективный способ дополнительно прорекламировать свой вуз. Создав качественную и полезную инфографику и разместив на ней свой логотип или адрес сайта, можно получить хорошую пассивную рекламу.

В нашем случае, информация для иностранного студента мало понятна и скучна. Необходимо ***максимально упрощать раздел ADMISSIONS («Прием абитуриентов»)***, т. к., во-первых, сама система приема абитуриентов для иностранцев кажется необычной/ отличной, во-вторых, вызывает сразу множество дополнительных вопросов, на которые они не получают наглядный ответ и покидают сайт. С помощью инфографики можно наглядно представить сложную схему поступления или четко разграничить этапы многоступенчатого процесса. Есть несколько вариантов для представления этой схемы.

1-й вариант. Многие университеты представляют схему приема в виде таймлайна, где для абитуриента расписываются действия на каждый месяц за год до поступления. Таймлайн освобождает тебя от составления дополнительного расписания со всеми сроками для всту-

пительных испытаний, сдачи документов, подачи на визу и пр. Особенно таймлайн полезен для студентов, которые поступают в иностранный вуз без помощи агентств. Таймлайн выглядит довольно массивно и включает в себя много текста, но, по крайней мере, он очень понятен для пользователя.

Пример использования таймлайна можно увидеть, например, на сайте Гарвардского университета (рис. 1).

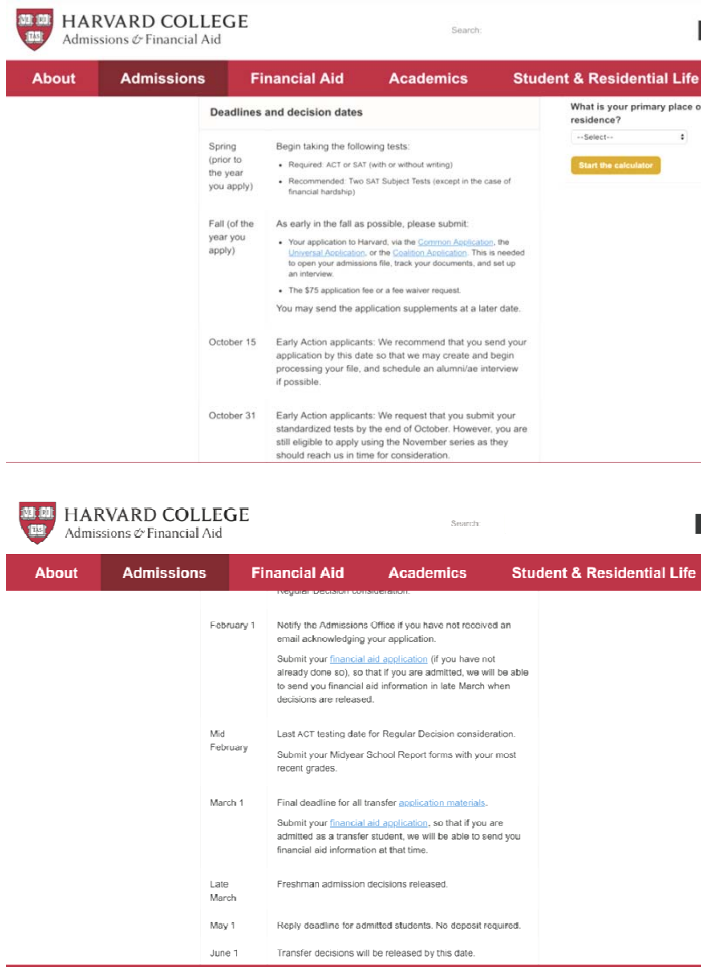


Рис. 1. Раздел *Admissions* Гарвардского университета [2]

2-й вариант. Раздел *Admissions* или *Prospective Students* или *Application Guide* разделить на понятные категории, например “How to apply?”, “When to apply?”, “FAQs”, “Funding” и т. д. Эти категории должны представляться в виде кликабельных блоков, чтобы студент мог сразу кликнуть на категорию, в которой он может найти ответ на интересующий вопрос. Лучший пример данного подхода реализован в лондонском *King’s College*. Есть большой заголовок раздела “Apply to King’s”, картинка и блоки с основными категориями (рис. 2).

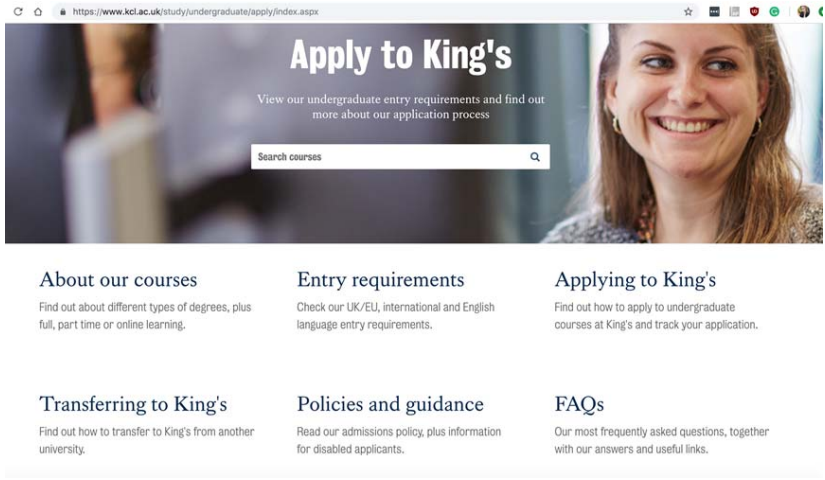


Рис. 2. Раздел поступления на сайте университета *King’s College* [3]

3-й вариант. Изобразить все графично, включая информацию по срокам, документам и требованиям. Или, еще лучше, приложить видео-инструкцию, как в Оксфордском университете [4].

В разделе *Admissions* Оксфордского университета отлично совмещены инфографические элементы, таймлайн и фото/видеоконтент на страничках интересующих программ (рис. 3).

3. По мнению специалистов *ICEF*, элемент цепочки рекрутинга – обеспечение ответа на запрос заинтересованного лица в течение 24 часов, иначе заинтересованного абитуриента можно потерять навсегда и безвозвратно. В связи с этим автор считает важным в англоязычную версию сайта добавить всплывающее окно с контактной формой (*Still have something to ask? Leave a message*) и раздел *FAQs* (рис. 4). Зачастую он отвечает на большинство вопросов, способствуя тем самым

уменьшению нагрузки сотрудников Института международных образовательных программ в период обработки заявок.

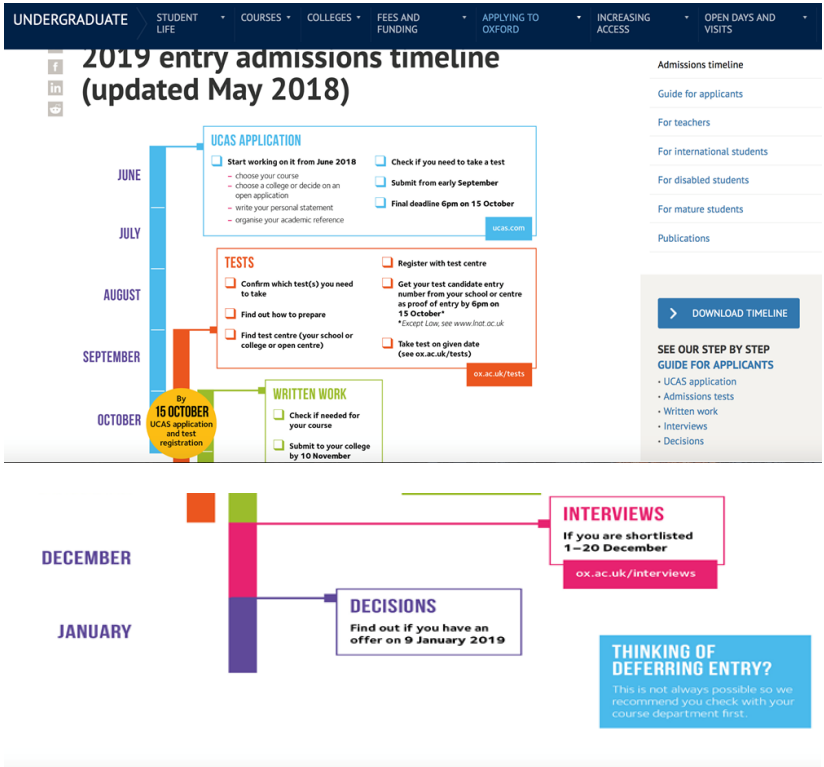


Рис. 3. Сочетание инфографики, таймлайна и фото-, видеоконтента в разделе *Admissions* Оксфордского университета [5]

В нашем случае, запросов, скорее всего, не так много, чтобы устанавливать именно чат-бот, но контактная форма нужна обязательно, т. к. на данный момент непонятно, куда обращаться. Ко всему прочему, телефоны на русскоязычной и англоязычной версиях сайта отличаются, как и телефоны в разделе «Контакты» в основном меню и в футере сайта. Так что нужно обязательно проверить, туда ли вы посылаете иностранцев за необходимой информацией.

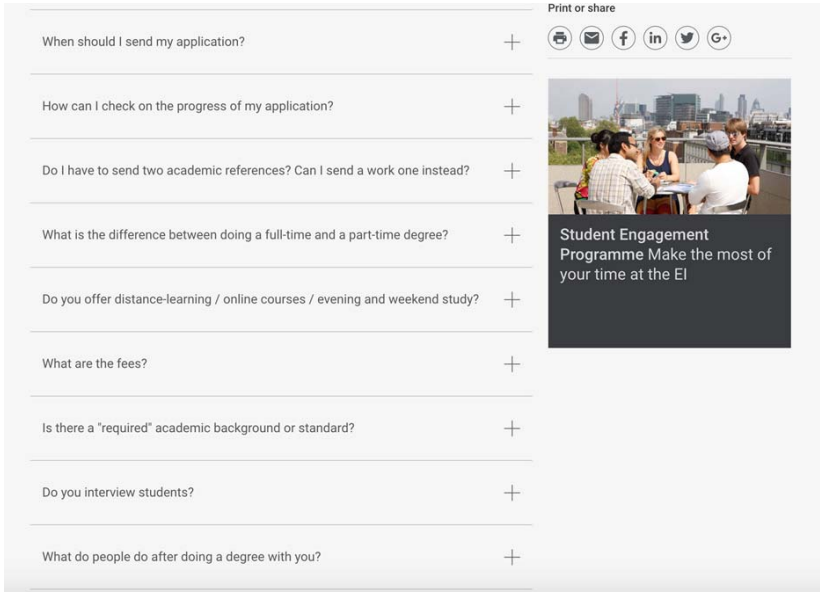


Рис. 4. Раздел FAQs университета King's College [6]

4. Не менее важная составляющая при выборе университета – студенческая жизнь. На сайте (особенно на англоязычной версии) не видно, есть ли студенческие союзы, происходят ли интересные мероприятия, как выглядят общежития и т. д. По этой причине предлагаю сделать на сайте раздел *Student life* / *Campus life* / *Student blog*. Туда можно перепостить новости из студенческих сообществ в соцсетях, можно записать видеоролики с иностранным студентами, где они по паре предложений говорят об институте, также здесь обычно пишут, какие есть сообщества и клубы, чем заняться в городе, какое бывает расписание у студентов, какие есть возможности для поездок, экскурсий и спорта. Обязательно говорят об общежитиях. И фотографии просто необходимы! Если не фотографии комнат, то фотографии иностранцев на территории кампуса. Потенциальные студенты должны видеть, что в Ижевске есть целое сообщество иностранцев и в университете им будет не скучно. Возможно, к этому разделу абитуриенты обращаются не сразу, но он точно служит триггером при принятии положительного решения.

Анализ соцсетей

На сегодняшний день ИжГТУ имеет профили на Facebook, VK, Instagram, Twitter, Одноклассники и Youtube.

Иностранному студенту не интересны ВКонтакте и Одноклассники (русскоговорящие иностранцы и так разберутся с контентом сами). Для иностранцев очень важен Фэйсбук, и именно на него будут кликать с сайта института, чтобы посмотреть, что вообще происходит.

Во-первых, Фэйсбук профиль ИжГТУ должен быть оформлен на английском. Новости можно добавлять на обоих языках с пометкой в начале новости *English below*, чтобы не отпугнуть студента и дать понять, что ИжГТУ – *English-Friendly*-университет. На данный момент на странице размещено всего два информационных поста, так что информация не обновляется вообще – профиль заброшен.

Было бы правильным решением отдать соцсети в руки студентов, разрешив им полностью генерировать, собирать и публиковать контент. Таким образом, он будет живой и динамичный, а не строго академический. Важно немного сместиться в сторону кампусных новостей и делать не только имиджевые посты о достижениях университета, но и посты с объявлениями, уведомлениями, сборах, встречах, важных мероприятиях, возможностях стажировок, вакансиях. Это не только докажет, что в университете кипит жизнь и происходит много интересного, но и увеличит конверсию иностранных студентов, т. к. если их заинтересуют живые фотографии, количество постов, участников и обсуждений, они останутся на странице для дальнейших действий. С ВКонтакте ситуация обстоит очень хорошо – в среднем, по 2–3 поста в день с очень интересной информацией.

Решение. Назначить человека, который будет генерировать контент и переводить новости из *VK* на англоязычную страницу *Facebook*. Нужны фотографии, анонсы мероприятий, афиши, все, как в группах *VK* Студком и ИжГТУ (информацию из всех существующих групп ВКонтакте можно интегрировать в единый профиль университета на *Facebook*). Начать можно просто с переводов новостей из ВКонтакте на *Facebook*, чтобы не тратить время на дополнительное создание контента для иностранцев.

Важно. На *Facebook* не указаны контактные лица. Здесь только дается ссылка на сайт, на сайте есть контакт электронной почты и телефоны (которыми пользуются в основном по срочным вопросам). Это значит, что если студент приходит на *Facebook*, то ему нужно совершить больше кликов, чтобы понять, к кому обращаться и как найти ответы на вопросы.

Решение. Добавить контактные лица на *Facebook* – ребят с нормальными живыми профилями, говорящих на языке, или сотрудника ИМОП. Также нужно отдельно зарегистрировать группы *ISTU Alumni Association*, *ISTU International student Union* и добавить их ссылки на основной профиль ИжГТУ на *Facebook*. Так абитуриенту будет сразу понятно, кому можно написать и задать вопросы. Иностранный студенческий союз должен стать рекламой.

В таблице приведены основные преимущества и переживания, которые могут возникать у студента, делающего выбор в пользу неизвестного города в иностранном государстве. Все эти преимущества и переживания/вопросы/страхи должны быть исчерпаны с помощью контента на сайте и групп *Facebook*.

Преимущества обучения в ИжГТУ иностранных студентов и их опасения при выборе обучения в незнакомом городе

Преимущества обучения в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова для иностранных абитуриентов	Основные опасения иностранных абитуриентов при поступлении в университет в неизвестном им городе в иностранном государстве
Престижные технические направления обучения	Локация. Ижевск не известен для иностранцев. Из Ижевска дорого путешествовать. В Ижевске нет инфраструктуры для иностранцев. Доля населения, говорящего на английском языке
Есть дисциплины, преподаваемые на английском языке	ИжГТУ непрестижен и непонятен для иностранца. Впечатление отсутствия бренда. Рейтинги
Сравнительно низкая стоимость обучения	Распознается ли диплом / принимается ли / считается ли престижным для государства, откуда студент родом
Возможность получения интересного опыта обучения за рубежом	Ощущение, что нет иностранного сообщества / переживание за исключительность образования
Возможность после обучения продолжить карьеру в России	Вид общежитий
Возможность выучить русский язык	Вид кампуса
	Нет ощущения, что в институте что-либо происходит. В соцсетях относительно регулярно обновляется контент, но он очень формальный. Нет представления о том, с кем будешь учиться, кто тебя будет учить, насколько молодой деканат, какие проходят мероприятия и чем живут люди вне вуза

Youtube

В идеале нужно задействовать *Youtube*. Это не так дорого сделать, просто понадобится найти волонтеров для монтажа и продумывания концепта. Во-первых, необходимо прикрепить запись-обращение ректора на английском языке на главной странице, чтобы при попадании на *Youtube* сразу видеть его. Необходимо записать лекции, которые ведутся на английском, чтобы продемонстрировать, что это происходит на высоком профессиональном уровне. *Youtube* – визуальный инструмент, который дает ответы на вопросы, которые самому студенту сложно сформулировать. Он показывает внешне кампус, показывает как в динамике выглядят преподаватели и студенты, передает атмосферу обучения. Сейчас *Facebook* и *Youtube* – два основных источника получения информации об интересующем вузе

Решение. Записать видео-обращение ректора.

Продвижение через МООС-платформы

Важно задействовать openedu.ru, Универсариум, *Coursera* и прочие МООС, чтобы разрекламировать вуз и показать, что это кузница востребованных профессий. Больше всего нас интересует *Coursera*, потому что она подвязана к *Facebook*, и общие аккаунты. Однако сделать и запустить курс на *Coursera* не так просто. Во-первых, у них определенные требования к съемке и мультимедиа-файлам, во-вторых, нужно, чтобы один из университетов – участников платформы – порекомендовал ваш вуз для создания курса на платформе.

Сейчас необходимо самый качественный курс на английском подготовить его для запуска. Это важно, потому что иностранные студенты обычно ставят фильтры не на университеты, а на предметы изучения, т. е. если им нужно дополнительное образование по программированию, то они будут смотреть все курсы подряд. Для иностранных студентов можно сделать на *Coursera* пометку, что «Прохождение данного курса является частью вступительного экзамена». *Coursera* дает возможность монетизации, т. к. за каждый выпущенный сертификат университет от одного студента получает около 3000 рублей. Поскольку среди партнерских университетов на *Coursera* не так много российских вузов, попасть на эту платформу будет хорошей рекламой для ИжГТУ и возможностью стать триггером для иностранных студентов, чтобы разузнать об этом вузе больше. Поэтому нам так важно записать курсы на *Coursera* и оставить ссылки на *Facebook*.

Udacity и *Udemy* также в зоне нашего интереса, т. к. это платформы, предоставляющие бесплатные онлайн-курсы в сфере IT.

Самая простая платформа для создания собственного курса на ней – *Openlearning*. Здесь для нас нет конкурентов в технологической отрасли из России.

Решение. Найти курс, который максимально качественно и профессионально преподается на английском (например, по программированию). Собрать презентацию с мультимедиа-материалами и запустить плотную версию на *Openlearning*. Затем, с учетом всех ошибок, запустить курс на более популярной *Coursera*.

Студенческий союз иностранных студентов

Нужно не только зарегистрировать такую группу на *Facebook*, но и физически объединить иностранцев ИжГТУ в союз иностранных студентов. Этот союз может работать по принципу *Erasmus-buddy*, который прикрепляют к новичку-иностранцу, когда он оказывается в неизвестной обстановке. Он расскажет, какие скачать приложения для жизни в городе, где оплачивать проезд на транспорте, где находятся хорошие и недорогие кафе, где купить необходимые вещи и т. д.

Сам союз решает проблемы и консультирует по вопросам стипендии, общежитий и образования. Это важный инструмент для интеграции иностранных студентов.

Таким образом, для запуска всех каналов коммуникации на английском языке и создания благоприятной онлайн-среды для уже существующих иностранных студентов необходимо:

1. Запустить аккаунт университета на *Facebook*. Разместить там даже неактуальные, но интересные новости из соцсети ВКонтакте с переводом на английский язык. Создать группы ISTU *Alumni Association*, *ISTU International Student Union*.

2. Найти контакты выпускников (обязательно нужны их профили на *Facebook*). Добавить этих людей в группу *ISTU Alumni Association*. Эта группа нужна больше не для контента, а для контактов.

3. Собрать иностранных студентов ИжГТУ и объединить их в союз. Опросить их о гипотетической возможности участвовать в создании контента соцсетей. Попросить их вступить в группу *ISTU International Student Union*.

4. Закончить работу с сайтом на английском языке. Важен не столько новый и актуальный контент, сколько детальная информация о поступлении. После запуска сайта запустить запись сессий посетителей, чтобы отслеживать их поведение на сайте.

5. Продумать сценарии видео на *Youtube*. Выбрать, какую лекцию или мероприятие на английском языке можно отснять. Написать и записать приветственную речь для ректора на английском языке.

Список литературы

1. LSE Home. – URL: http://www.lse.ac.uk/
2. Harvard University. – URL: https://college.harvard.edu/admissions/ apply/application-timeline
3. King's London College || Учиться у короля. – URL: https://www.kcl.ac.uk/ study/undergraduate/apply/index.aspx
4. University of Oxford. – URL: https://www.ox.ac.uk/admissions/ undergraduate/applying-to-oxford?wssl=1
5. 2020 entry admissions timeline // University of Oxford. – URL: http://www.ox.ac.uk/admissions/undergraduate/applying-to-oxford/admissions-timeline
6. Новые студенческие заявки: часто задаваемые вопросы // King's London College. – URL: https://www.kcl.ac.uk/study/accommodation/contact-us/new-student-applications-faqs.aspx

А. В. Рябчиков, кандидат технических наук, доцент,
директор Института международных образовательных программ
А. В. Еленский, кандидат химических наук, доцент,
зав. кафедрой «Языковая подготовка в профессиональной сфере»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 77-60-55, доп. 5130, email: ryabch@istu.ru

Проблемы и перспективы реализации иноязычных образовательных программ в университете

Проанализированы основные направления интернационализации образования в университете и некоторые из наиболее актуальных проблем подготовки иностранных студентов по основным образовательным программам на английском языке, вопросы совершенствования организации и содержания их обучения.

Ключевые слова: интернационализация образования; сетевое взаимодействие вузов; обучение на английском языке; академическая мобильность; программы двух дипломов.

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова за последние два десятилетия достиг значительных успехов в области международного сотрудничества и интернационализации образования:

© Рябчиков А. В., Еленский А. В., 2019

– одним из первых российских университетов подписал в 2004 г. Великую Хартию университетов в Болонье;

– в 2005 г. по рекомендации Российского союза ректоров и зарубежных вузов-партнеров был принят в Европейскую ассоциацию университетов;

– успешно прошел международную аккредитацию 7 направлений подготовки в Центральном агентстве по эвалуации и аккредитации ZEvA (г. Ганновер);

– при содействии Международной федерации по теории механизмов и машин (IFToMM) организовал и провел I Международную студенческую олимпиаду по теории механизмов и машин, ставшую традиционной, в настоящее время IFToMM проводится в различных университетах мира;

– принят в Ассоциацию технических университетов России и Китая, эффективно сотрудничает с китайскими университетами;

– успешно осуществляет бинациональные программы и программы двух дипломов в рамках сетевого взаимодействия с зарубежными вузами-партнерами;

– одним из первых российских вузов начал и продолжает подготовку иностранных студентов на английском языке.

Основными направлениями развития университет в области интернационализации образования по-прежнему являются:

– участие в международных проектах в области образования, науки и инноваций;

– сетевое взаимодействие с ведущими мировыми научно-образовательными системами и университетами;

– привлечение иностранных студентов и аспирантов на программы полного и включенного обучения, увеличение количества программ двойных дипломов с иностранными вузами.

Решению вышеперечисленных задач, безусловно, способствует, на основании опыта зарубежных и лучших российских университетов, реализация образовательных программ на иностранном языке.

Первый опыт подготовки на английском языке наш вуз приобрел еще в 1999 г., когда была организована производственная практика на предприятиях Ижевска для египетских студентов Высшего технологического института, а впоследствии начата работа по обучению студентов Египетско-Российского университета по отдельным модулям в рамках программы включенного обучения. В настоящее время Институт международных образовательных программ осуществляет обучение студентов Египетско-Российского университета по программе двойных дипломов: выпускники получают диплом бакалавра ИжГТУ

имени М. Т. Калашникова по направлениям «Мехатроника и робототехника», «Строительство», «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и диплом инженера Египетско-Российского университета. При этом студенты Египетско-Российского университета ежегодно проходят один семестр обучения в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, отдельные модули (дисциплины) преподаются нашими профессорами в Египте.

С 2017 г. Институт осуществляет полный цикл обучения на английском языке по трем направлениям подготовки бакалавров «Программная инженерия» (совместно с кафедрой «Программное обеспечение» Института информатики и вычислительной техники), «Строительство» (совместно с кафедрой «Промышленное и гражданское строительство» Института строительства и архитектуры имени В. А. Шумилова) и «Менеджмент» (совместно с кафедрой «Менеджмент» Института «Цифровая экономика»). С 2019 г. планируется запуск еще двух направлений бакалаврской подготовки на английском языке – «Нефтегазовое дело» (совместно с кафедрой «Тепловые двигатели и установки» машиностроительного факультета) и «Нанотехнологии и микросистемная техника» (совместно с базовой кафедрой «Нанотехнологии и микросистемная техника машиностроительного факультета).

Организация обучения по основным образовательным программам университета на английском языке и расширение спектра образовательных программ на иностранных языках является одной из главных задач Института международных образовательных программ.

Развитие образовательных программ на английском языке, в первую очередь, позволяет сократить срок обучения, что является привлекательным фактором для обучения в университете иностранных студентов. При этом студенты значительно быстрее адаптируются к учебному процессу в вузе. Образовательные программы на английском языке позволяют существенно повысить эффективность обучения. Десятимесячные курсы русского языка не дают возможности овладеть русским настолько, чтобы лекционно-практические занятия были полностью доступны для восприятия иноязычной аудиторией и обеспечивали творческую работу студентов совместно с преподавателем. Разъяснение вновь вводимых терминов и понятий, особенно по естественно-научным дисциплинам на первом курсе обучения, также вызывает существенные затруднения в иноязычной аудитории. При открытии англоязычных программ наблюдался переход части иностранных студентов, прошедших обучение русскому языку, в группы с обучением на их родном языке. Самое главное: подготовка на иностранном языке привела к значительному увеличению контингента иностранных сту-

дентов в вузе, следовательно, является дополнительным и существенным источником доходов университета.

Решения задач академической мобильности вызывало определенные препятствия из-за трудностей коммуникации с зарубежными коллегами в вузах-партнерах, особенно это касалось преподавателей. Открытие иноязычных программ позволило повысить квалификацию преподавателей университета по иностранному языку. Необходимость постоянного развития языковых навыков для преподавания на английском стимулирует профессорско-преподавательский состав повышать квалификацию и проходить переподготовку по иностранному языку с целью получения квалификации «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации». Введение эффективного контракта позволяет стимулировать преподавателей, читающих лекции и проводящих практические и лабораторные занятия на иностранном языке. Благоприятные условия для работы преподавателя такого уровня создают предпосылки для притока в вуз более квалифицированных специалистов, следовательно, и повышения качества предоставляемых образовательных услуг. Потребность дополнительного повышения языковой и профессиональной квалификации, а также рост профессиональной мобильности создают для преподавателей благоприятные условия для реализации актуальной парадигмы Болонского процесса – обучение через всю жизнь.

ИжГТУ имени М. Т. Калашникова сотрудничает в области образования, научных исследований и академических обменов с 45 зарубежными университетами. Наличие развитых языковых навыков наших профессоров способствует развитию международных контактов и взаимодействий с учеными зарубежных университетов. Привлечение иностранных профессоров из вузов-партнеров для чтения отдельных модулей способствует дальнейшему развитию международных связей университета и стимулирует к участию в программах международной академической мобильности.

Для качественной реализации программ подготовки на иностранных языках университет заинтересован в развитии информационного образовательного пространства на английском языке, создании полного учебно-методического обеспечения по каждой образовательной программе, в том числе электронного, на языке обучения, применении интерактивных и дистанционных технологий, разработке и реализации курсов на иностранных языках по профессиональным и специальным дисциплинам, что в целом способствует повышению качества образовательного процесса. В дальнейшем возможно обучение и российских студентов на английском языке, планируется разработ-

ка специальных курсов на иностранных языках и встраивание их в магистерские программы, что будет в полной мере способствовать выполнению федеральных государственных образовательных стандартов в части общекультурных компетенций – выпускник университета должен обладать способностью к коммуникации на иностранных языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия.

М. А. Санников, аспирант, преподаватель
Институт непрерывного профессионального образования
Тел. 8 (982) 125-13-42, e-mail: maxi.udm@gmail.com
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Педагогические условия формирования информационной компетентности студентов технического вуза

В статье сделана попытка систематизации понятия «информационная компетентность» применительно к учебной деятельности технического вуза, на основе анализа научной и правовой литературы определяются педагогические условия успешного усвоения студентами профессиональных компетенций в условиях применения Федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения.

Ключевые слова: ФГОС; информационная компетентность; технический вуз; педагогическая технология; образование.

С учетом развития науки и техники, быстрого роста мировой экономики, ускорения процессов проектирования и изготовления изделий промышленного производства государство и общество в целом справедливо обращают в настоящее время особое внимание на подготовку инженерных кадров. Ввиду этого учебно-воспитательный процесс современного технического вуза, направленный на формирование информационной компетентности студента, должен максимально быстро адаптироваться к новым условиям современного производства, что отражено в нормативно-правовых актах Российской Федерации (ФЗ «Об образовании», Национальной доктрине образования в России, Федеральной целевой программе развития образования и т. д.).

© Санников М. А., 2019

С учетом структурных изменений в российской системе высшего образования в практику вузов был введен Федеральный образовательный стандарт третьего поколения, изменивший требования к содержанию образовательных программ и определивший переход к информационной обеспеченности аудиторной и самостоятельной работы будущих специалистов. В связи с этим многократно возрастает важность формирования информационной компетентности студентов, выражающаяся в усложнении как социальной структуры общества, так и информационном кризисе в частности, выраженном в резком росте количества получаемой студентом информации, повышении интеллектуальной емкости в его учебной и повседневной жизни.

Вопросу информационной компетентности будущего специалиста в настоящее время посвящено множество работ (С. Д. Каракозов, С. В. Тришина, А. В. Хуторской, Б. С. Гершунский и т. д.), однако каждый автор интерпретирует понятие «информационная компетентность» по-своему. С. В. Тришина определяет информационную компетентность как «…личностное качество, позволяющее организовать эффективную работу по поиску нужной информации, ее переработке, обращению, усвоению и хранению» [6]. В свою очередь, Г. Б. Паршукова интерпретирует данное понятие совершенно иначе: «Информационная компетентность, – пишет автор, – это готовность человека к использованию информационных ресурсов, основанная на информационных компетенциях. Компетентность при этом, понимается как особый тип организации предметно-специальных знаний, позволяющих принимать эффективные решения в процессе профессиональной деятельности» [3]. Дальнейший анализ терминологического аппарата показывает, что большинство исследователей не разграничивают сущность понятий «компетентность» и «индивидуальный объем знаний, навыков и умений» (ЗУМ). В рамках настоящей работы мы согласимся с мнением Г. К. Селевко [4], О. Н. Тимофеева [5], М. А. Холодной [7], Б. Холнбергом [9], М. Розенбергом [10] о том, что компетентность – это «глубинное психологическое образование, связанное с развитием ментального опыта личности обучаемого, проявляющееся в общей способности и готовности ее к деятельности, основанной на знаниях и опыте» [1].

На основании выявленной терминологической базы в настоящее время отечественной наукой детально разработаны научно обоснованные педагогические технологии, способствующие формированию информационной компетентности студентов: личностно ориентированный, деятельностный, системный и ряд других технологий. Методологической базой обозначенных подходов мы можем назвать:

содержание технологической базы учебных программ, систему сформированных форм, методов и средств решения образовательных задач, появление новой педагогической области занимающейся конструированием оптимальных обучающих маршрутов и учебных программ. Любая из выбранных технологий при этом характеризуется тремя стадиями: информационной, инструментальной и социальной. Поэтому информационную компетентность студентов технического вуза мы можем рассматривать как социально-профессиональные компетентности подготовки будущего специалиста. Данная область для нас является высшим качеством личности студента и характеризуется уровнем адаптации к информационному пространству и информационным технологиям, которые позволяют принимать, с одной стороны, эффективные, а с другой – профессиональные решения в условиях генерации новых знаний, получаемых специалистом на практике.

Традиционным в профессиональном образовании считается, что формирование профессиональных компетенций в информационной сфере призвана решать дисциплина «Информатика», однако практика показывает, что справиться в одиночку в рамках общего реформирования государственных образовательных стандартов она не может. В условиях перехода на двухуровневую систему подготовки инженерных кадров, а в итоге – к сокращению аудиторных часов на освоение данной дисциплина поставленная задача сокращается еще более.

Одной из потенциальных возможностей решить выявленную нами проблему способно решить создание определенных педагогических условий сопровождения студентов вуза. С. И. Ожегов определяет сопровождение как «сопутствие чему-либо, которое служит приложением или дополнением к чему-либо» [2]. Педагогическими условиями реализации информационной компетентности студентов технического вуза мы можем назвать:

– создание планово-нормативных и учебно-методических блоков, ответственных за различные формы обучения студентов;

– создание оценочно-контролирующих и ресурсных блоков, ответственных за формы контроля учебной деятельности студентов.

Для актуализации выявленных педагогических условий ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» реализует программу создания и распространения разнообразных электронных образовательных ресурсов (ЭОР) и электронных изданий и ресурсов (ЭИР). Их появление, по нашему мнению, призвано решить проблемы содержательных характеристик дисциплин, изучаемых студентами, их интерактивность, мультимедийность и модифицируемость с учетом требования профиля подготовки и личностных особенностей студента или академической

группы. Так, А. И. Черных и К. В. Хорошун считают, что «траектория перемещения по образовательным уровням, динамика и темп включенности личности в процесс формирования информационной компетентности определяются совокупностью взаимодействий внутренних и внешних факторов, в том числе организационно-методических и психолого-педагогических» [8].

Однако успешное усвоение информационной компетентности, как мы отметили выше, невозможно без качественного дидактического материала, которое выступает в качестве самостоятельного, специально организованного и контролируемого процесса приобщения субъектов образовательного процесса к взаимодействию в вопросе выбора доступной студенту учебно-методической литературы, методов и средств ее усвоения, а также способов как контроля, так и самоконтроля учащихся.

Список литературы

1. *Вязанкова, В. В.* Дидактическое сопровождение формирования информационной компетентности студентов технического ВУЗа : дис. … канд. пед. наук. – Краснодар, 2015. – 237 с.

2. *Ожегов, С. И.* Толковый словарь русского языка / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. – 4-е изд., доп. – М. : Азбуковник, 200. – 940 с.

3. *Паршукова, Г. Б.* Информационная компетентность личности. Диагностика и формирование : моногр. – Новосибирск, 2006. – 253 с.

4. *Селевко, Г. К.* Компетентности и их классификация // Народное образование. – 2004. – № 4. – 138–145 с.

5. *Тимофеев, О. Н.* Развитие интеллектуальной компетентности в инженерном вузе // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2013. – № 4. – 382–385 с.

6. *Тришина, С. В.* Технология развития информационной компетентности старшеклассника : автореф. – Оренбург, 2005. – 24 с.

7. *Холодная, М. А.* Психология интеллекта: парадоксы исследования. – СПб. : Питер, 2002. – 272 с.

8. *Черных, А. И.* Формирование информационной культуры личности в системе непрерывного образования / А. И. Черных, К. В. Хорошун // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2011. – № 10 (80). – 191–197 с.

9. *Holmberg, B.* Theory and practice of distance education. Second. – Routledge, 1995.

10. *Rosenberg, M.* Beyond e-learning: Approaches and technologies to enhance organizational knowledge, learning, and performance. – 2006. – 400 p.

Б. В. Севастьянов, доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой «Техносферная безопасность»
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 3239, e-mail: bvd@istu.ru
Р. О. Шадрин, кандидат технических наук, доцент
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 3237, e-mail: p_h_d@mail.ru
В. А. Светлакова, магистрант
Тел. 8 (982) 836-86-96, e-mail: svetlerasvet@mail.ru
У. А. Осмачко, студентка
Тел. 8 (912) 459-22-33, e-mail:oneon474@gmail.com
О. Ю. Никитина, студентка
Тел. 8 (912) 443-79-37, e-mail: oksa.nickitina2015@yandex.ru
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Применение VR-технологий в обучении охране труда

Работа посвящена организации обучения безопасности труда с применением технологии виртуальной реальности на примере станочника широкого профиля на предприятии ООО «Фабрика 38». В работе рассмотрены этапы создания VR-контента для вводного инструктажа на рабочем месте станочника широкого профиля.

Ключевые слова: виртуальная реальность; VR; обучение охране труда; безопасность труда; IT-технологии в охране труда.

В соответствии с новыми требованиями по организации обучения охране труда [1] одними из форм обучения является аудиторное обучение за компьютерным обучающим комплексом и дистанционное обучение. В ходе выполнения работы был создан вводный инструктаж на рабочем месте с применением VR-контента для распиловщика деревообрабатывающего производства.

Съемка производилась с помощью камеры *Samsung Gear 360*. Камера устанавливалась на штативе за 5 м до основных объектов во избежание потери изображением естественных пропорций. Особенность съемки в 360 градусов – видео снимается как два вида: спереди и сзади по 180 градусов. Проблема монтирования заключается в том, что на одном видео располагается главная сцена, а на другом – съемочная группа. Также невозможно достичь при съемке отсутствия съемочной группы в кадре, т. к. она необходима для координации действий работника во время съемочного процесса. Решением является вырезание

© Севастьянов Б. В., Шадрин Р. О., Светлакова В. А., Осмачко У. А., Никитина О. Ю., 2019

и зацикливание «чистых» кадров. Это позволяет получить задний экран без съемочной группы.

Запись аудиодорожки с текстом инструктажа проводилась стандартными приложениями для звукозаписи в *MS Windows 10*.

Далее был проведен монтаж звуковой и видео дорожек в *Adobe Premier Pro CC*, проходивший в несколько этапов.

Для главной сцены:

1. Импорт видео в программу.
2. Обрезка левого вида от правого при помощи видеоэффектов.
3. Вырезка из общего видео неудовлетворительных сцен.
4. Склеивание между собой оставшихся сцен в единое видео.
5. Обрезка лишних краев для правильного совмещения с правым видом

Для заднего вида:

1. Импорт видео в программу.
2. Обрезка правого вида от левого с помощью видеоэффектов.
3. Вырезка короткой сцены без съемочной группы.
4. Зацикливание сцены.
5. Обрезка лишних краев.

Далее были совмещены два вида в одно видео рядом. Благодаря этому их можно сшить в панорамное видео в 360 градусов. Сшивание выполнено при помощи программы *Adobe Premier Pro CC* (рис. 1).

Рис. 1. Кадр из смонтированного видео с двумя видами

Последним этапом была выгрузка видео на видео хостинг *YouTube*, позволяющий автоматически переводить видео в режим VR (рис. 2). Видео виртуальной реальности отличается от панорамного тем, что представлено как два различных видео: одно из них для правого глаза, а другое для левого. Между ними существует небольшое отклонение благодаря чему добивается эффект 3D-картинки, и человек восприни-

мает такое видео более реально. Видео из двух картинок с помощью очков виртуальной реальности сопоставляется в общее видео. Для того чтобы *YouTube* распознал видео, как панорамное и VR, к его кодировке необходимо добавить специальные метаданные. Они были добавлены в ролик при помощи программы *Spatial Metadata Injector*, которая официально представлена на сайте *YouTube*.

Рис. 2. Видео в формате VR

Полученное видео было внедрено на предприятии, где проводились съемки в качестве части вводного инструктажа на рабочем месте. Применение VR-контента в обучении позволяет повысить его качество, что положительно скажется на снижении уровня производственного травматизма [2].

Список литературы

1. ГОСТ 12.0.004–2015 ССБТ Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения/ введен с 1 марта 2017г. (взамен ГОСТ 12.0.004-90) // ТехэкспеRт. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200136072 (дата обращения: 18.03.2019).

2. *Севастьянов, Б. В*. Методы количественных оценок в менеджменте производственных и профессиональных рисков / Б. В. Севастьянов, И. Ю. Лобова // Безопасность в техносфере. –- 2008. – № 1. – С. 13–18.

Ю. Н. Семин, доктор педагогических наук,
профессор кафедры «Профессиональная педагогика»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. 8 (912) 767-63-34, e-mail: urij1947@gmail.com

Концепция и технология создания экспертно-обучающей педагогической системы

Предложена концепция экспертно-обучающей педагогической системы. Разработаны типология задач теоретической механики (раздел «Статика») и типология познавательных затруднений студентов в процессе решения задач теоретической механики; дидактический сценарий идентификации задач статики; дидактический сценарий методической поддержки экспертно-обучающей системой процесса решения студентом учебной задачи; технология проектирования гипертекстовой базы учебных знаний по курсу «Теоретическая механика»; фрагмент гипертекстовой базы учебных знаний по курсу «Теоретическая механика».

Ключевые слова: экспертные обучающие педагогические системы; гипертекст; типология учебных задач; типология ошибок студентов; дидактический сценарий.

Современную высшую школу трудно представить сегодня без компьютеров. Компьютеры используются преимущественно для обучения студентов информатике, пользования сетью Интернет, как средства обучения в виде электронных учебников, тренажеров, баз знаний. Случаи применения компьютеров для реализации интеллектуальных обучающих программ пока достаточно редки. Сложившееся положение обусловлено несколькими причинами:

– недостаточной интерактивностью имеющихся обучающих программ;

– проектированием компьютерных средств обучения (КСО) с концептуальными недочетами, допущенными их создателями.

Интеллектуальными называют КСО, реализующие функции, традиционно ассоциируемые с человеческим интеллектом. При этом имеются в виду возможности, обеспечивающие выполнение нерутинных задач. Признаками интеллектуальности КСО принято считать:

– естественно-языковый пользовательский интерфейс;

– представление учебного материала в базе знаний, возможность выборки нужных знаний из нее;

© Семин Ю. Н., 2019

– адаптация учебного материала и режима обучения к подготовленности и индивидуальным особенностям обучаемого;

– гибкие возможности диагностики знаний и умений.

Среди интеллектуальных КСО можно выделить экспертно-обучающие системы, основанные на интеграции технологий КСО и экспертных систем.

Теоретико-методологической базой концепции экспертно-обучающей педагогической системы являются фундаментальные труды в области искусственного интеллекта (Д. А. Поспелов [8]), экспертных систем (Э. В. Попов [7], Ю. А. Шрейдер [13]), педагогической кибернетики (Л. Б. Ительсон [3], Л. И. Ланда [4], Л. Т. Турбович [11], С. И. Шапиро [12], применения информационных технологий в образовании (А. И. Башмаков, И. А. Башмаков [1], Л. Х. Зайнутдинова [2], Е. И. Машбиц [6], И. В. Роберт [9]).

Ниже приводится концепция экспертно-обучающей педагогической системы, предназначенной для компьютерной поддержки процесса изучения студентами учебного курса «Теоретическая механика».

Экспертно-обучающая педагогическая система (далее – ЭОПС) является компьютерным средством обучения, представляющим собой программно-аппаратный комплекс, осуществляющий взаимодействия вида «ЭОПС – студент» и «ЭОПС – педагогог», реализующий предъявление пользователю структурированной учебной информации по учебной дисциплине общеинженерного цикла «Теоретическая механика», контроль за усвоением пользователем предъявленной учебной информации, предъявление типовых учебных задач, управление учебной деятельностью пользователя на основе его модели, активности пользователя в зоне его ближайшего развития и моделирования обучающей деятельности педагога.

Экспертно-обучающая педагогическая система реализует следующие принципы:

– единства базы знаний, обеспечивающей подготовительную и обучающую деятельность преподавателя, а также учебную деятельность студентов;

– отбора содержания обучения на основании квалиметрически обоснованного учебного тезауруса курса теоретической механики;

– реализации базы знаний по теоретической механике в виде гипертекста;

– научности обучения;

– когнитивной визуализации учебного материала;

– минимальной достаточности учебного материала;

– подхода к решению учебной задачи не как к самоцели, а как к средству усвоения требуемого способа действий;

– стимуляции рефлексии студента по поводу своих действий и действий ЭОПС.

Экспертно-обучающая педагогическая система содержит следующие основные компоненты:

– гипертекстовую базу знаний по курсу теоретической механики;

– модуль «Типология учебных задач теоретической механики»;

–модуль «Типология ошибок и познавательных затруднений студентов в процессе решения задач теоретической механики;

– модуль идентификации предъявляемой учебной задачи;

– модуль «Алгоритмы решения типовых задач теоретической механики»;

– модуль контроля действий студента в процессе решения задачи;

– модуль «Пользовательский интерфейс», обеспечивающий диалоговое взаимодействие студента и программы.

Электронный гипертекст обеспечивает:

– наглядность подачи учебной информации;

– индивидуальную «траекторию движения» по информационному массиву в соответствии с уровнем подготовленности студента и его информационными потребностями;

– динамичный доступ к требуемому фрагменту учебного материала;

– создание более комфортных условий для самостоятельной работы.

Структурное строение гипертекста и список его главных тем представлены на рис. 1, 2.

Предположим, что при просмотре на экране монитора списка главных тем тезауруса пользователя заинтересовала статья «Статика». Выведя эту тезаурусную статью на экран, пользователь может познакомиться с ее структурой, т. е. со списком родственных статей. Далее, открыв подчиненную ей тезаурусную статью, например «Статика геометрическая», он просматривает ее структуру и т. д.

Процесс поиска продолжается до тех пор, пока не будет найдена нужная информационная статья, в тексте которой содержатся ссылки на заголовки статей родовых или видовых тем. Упоминания о родственных объектах даются в виде графических выделений (например, курсивом). Ссылки по тексту информационной статьи образуют локальный справочный аппарат гипертекста. Движение по гипертексту, таким образом, может осуществляться в любом направлении. Тексты информационных статей сопровождаются двухмерными графическими изображениями и комментариями. На рис. 3 приведен пример оформления информационной статьи гипертекста.

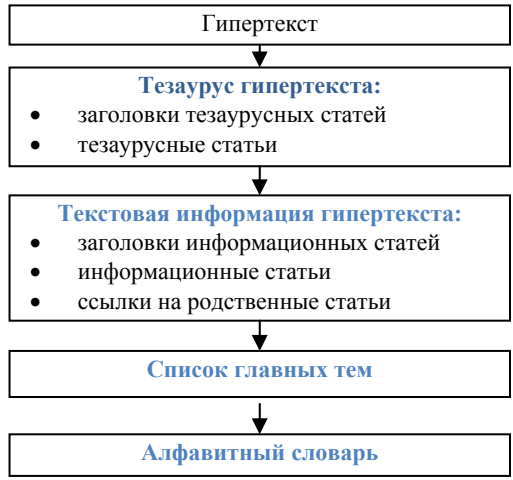


Рис. 1. Структура гипертекста

Список главных тем

- Место теоретической механики в системе наук
- Физические основания теоретической механики
- Статика
- Кинематика
- Динамика
- Алгоритмы и приемы решения типовых задач
- Тесты для самопроверки
- Краткая история развития теоретической механики
- Библиография по теоретической механике

Рис. 2. Список главных тем гипертекста «Теоретическая механика»

Типология учебных задач теоретической механики рассмотрена на примере раздела «Статика» [10] (рис. 4). Основаниями для типологизации учебных задач статики явились: расположение всех сил в одной плоскости или в разных плоскостях; взаимная ориентация линий действия сил; количество взаимодействующих твердых тел, находящихся в равновесии; наличие или отсутствие сил трения.

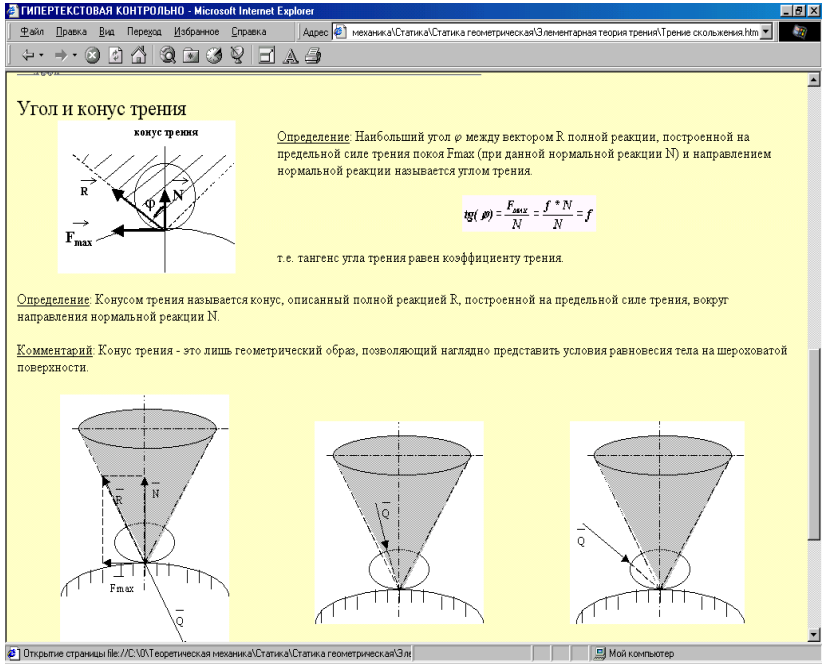


Рис. 3. Пример оформления информационной статьи гипертекста

Учитывая, что рассматриваемый гипертекст снабжен тестами для самопроверки, мы назвали его *гипертекстовой контрольно-справочной базой знаний* (ГКСБЗ) по курсу «Теоретическая механика». По своим функциональным возможностям и структуре данное программное дидактическое средство приближается к современным экспертным системам, т. к., кроме базы учебных знаний, оно имеет развитый пользовательский интерфейс, позволяющий общаться с системой на близком к естественному языке. Гипертекстовая контрольно-справочная база знаний лишена правил логического вывода и не способна выполнять рассуждения, но обладает базой знаний и механизмом их сопоставления.

Рис. 4. Схема типологии учебных задач статики

На основании эмпирических данных, полученных из практики преподавания курса в техническом вузе, разработана типология ошибок студентов, совершаемых ими в процессе решения типовых задач теоретической механики. Выделены следующие 7 типов ошибок:

а) ошибки, совершаемые из-за низкой математической культуры;

б) ошибки, связанные с поверхностным знанием соответствующих теоретических положений курса;

в) ошибки, обусловленные отсутствием элементарных политехнических знаний об устройстве и принципах работы механизмов, применяемых в технике;

г) ошибки, связанные с недостаточной сформированностью умений устанавливать аналогии;

д) ошибки, связанные с недостаточной сформированностью умений делать обобщения;

е) ошибки, связанные с неразвитостью образного мышления и несформированностью теоретических образов;

ж) ошибки, обусловленные наличием познавательных барьеров.

К типу «а» относятся ошибки: двойного проецирования вектора на оси координат; замены распределенной нагрузки эквивалентной сосредоточенной силой; построения и решения векторных треугольников; определения модуля векторного произведения; операций с векторами; при анализе графиков пути, скорости, ускорения; определения кривизны траектории точки; геометрической интерпретации векторных уравнений; решения дифференциальных уравнений движения и т. д.

К типу «б» относятся ошибки: замены связей реакциями; расчленения системы тел на составные части; определения плеча силы относительно точки; учета сосредоточенной пары сил в уравнениях равновесия; применения закона о равенстве силы действия и противодействия; определения статической определимости систем; учета трения качения в расчетной схеме; назначения единиц измерения механических величин; перехода от естественной формы задания движения точки к координатной форме; определения скорости и ускорения точки тела при различных видах его движения и т. д.

К типу «в» относятся ошибки: замены связей механических конструкций реакциями; идентификации задач с плоскими и пространственными механизмами; учета сил трения в расчетных схемах; расчленения механических систем на составные части; составления уравнений движения точки механизма; оценки состояния предельного равновесия тел на шероховатой поверхности; идентификация относительного и переносного движения точек, принадлежащих звеньям механизмов и т. д.

К типу «г» относятся ошибки: восприятия математической теории векторов как универсального математического аппарата геометрической статики и кинематики; восприятия элементарных теорий трения скольжения и качения в статике; восприятия методов анализа кинематики твердого тела и анализа виртуальных перемещений точек тел в процессе применения принципа виртуальных перемещений к механическим системам и т. д.

К типу «д» относятся ошибки: определения главного вектора и главного момента системы сил в статике, кинематике и динамике; определения обобщенных перемещений, скоростей и сил в динамике; определения главного вектора и главного момента сил инерции в динамике; восприятия основного закона динамики, общих теорем динамики и уравнений Лагранжа второго рода и т. д.

К типу «е» относятся ошибки: применения принципа освобождаемости от связей; составления расчетных схем статики, кинематики и динамики; определения динамического и кинематического винтов; идентификации вида движения тела (поступательное, вращательное, плоскопараллельное, сферическое, винтовое); определения сил инерции в динамике и т. д.

Разработана методология контроля действий обучаемого (студента) в процессе решения задачи:

1. Построена модель учебной деятельности студента при решении задачи по курсу теоретической механики, включающая семь этапов:

– семантический анализ текста и идентификацию объектов задачи;

– выявление задачной структуры;

– поиск аналогичной задачной структуры;

– принятие плана решения задачи;

– построение алгоритма решения задачи;

– выполнение операций алгоритма; выработка правила контроля решения;

– контроль решения задачи.

2. Непрерывный процесс решения задачи предложено рассматривать как дискретный; выделить точки контроля, по которым можно судить о процессе решения и в которых следует оказывать студенту помощь.

Контрольные точки:

– проверка соответствия выявленной студентом задачной структуры объективной задачной структуре; по результатам проверки программа разрешает либо не разрешает студенту двигаться дальше;

– проверка составленного студентом плана решения задачи и определение возможности его применения;

– проверка наличия в предметной области (теоретическая механика) операторов, позволяющих переводить план решения в алгоритм решения задачи.

Такое описание процесса решения задачи позволяет определить:

– точку в пространстве решения задачи, где в данный момент находится студент;

– точку в пространстве решения, где студент испытывает затруднения.

Рассмотрим фрагмент алгоритма работы ЭОПС. Предположим, что студент в процессе решения задачи из раздела «Статика» обратился за помощью к ЭОПС. Программа выводит на экран монитора предписания, заранее введенные в нее. В зависимости от действий студента на экран выводится вполне определенное предписание. Для создания ориентировочной основы действий студента предписания снабжаются указаниями.

Предписание № 1

Изучив условие задачи и чертеж к ней, ответьте на вопрос: в задаче рассматривается равновесие плоской или пространственной системы сил?

Указание № 1

Характерными признаками пространственной системы являются:

– наличие на чертеже трех осей x, y, z декартовых координат;

– прямые или косвенные признаки пространственной системы в тексте условия задачи.

Предписание № 2

Приняв решение, активируйте одно из этих окон:

1. В задаче рассматривается равновесие плоской системы сил	2. В задаче рассматривается равновесие пространственной системы сил

Предположим, что студент активировал окно 1. Программа продолжает дальнейшую идентификацию задачи.

Предписание № 3

Изучив чертеж и условие задачи, попытайтесь определить, каким образом ориентированы друг относительно друга линии действия всех сил.

Указание № 2

Кроме активных сил, уже изображенных на чертеже, необходимо заменить связи, наложенные на рассматриваемое тело, их реакциями и изобразить их на чертеже (см. информационные статьи «Связи»,

«Аксиома освобождаемости от связей», «Правила замены связей реакциями» в гипертекстовом электронном справочнике «Теоретическая механика», входящем в структуру ЭОПС).

Приняв решение, активируйте одно из этих окон:

1.В задаче рассматривается равновесие системы сходящихся сил	2. В задаче рассматривается равновесие системы параллельных сил	3. В задаче рассматривается произвольная система сил

Предположим, что студент активировал окно № 1. Программа продолжает идентификацию задачи, уточняя набор объектов (тел), содержащихся в условии задачи, и характер их взаимосвязей.

Предписание № 4

Обратившись к условию задачи и чертежу, активируйте одно из этих окон и т. д.:

1. В задаче рассматривается равновесие точечного тела (груза)	2. В задаче рассматривается равновесие протяженного тела, имеющего определенную геометрическую форму

Список литературы

1. *Башмаков, А. И.* Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / А. И. Башмаков, И. А. Башмаков. – М. : Филинъ, 2003. – 616 с.

2. *Зайнутдинова, Л. Х.* Создание и применение электронных учебников (на примере общетехнических дисциплин) : моногр. – Астрахань : Изд-во «ЦНТЭП», 1999. – 364 с.

3. *Ительсон, Л. Б.* Математические и кибернетические методы в педагогике. – М. : Просвещение, 1964.

4. *Ланда, Л. Н.* Алгоритмизация в обучении. – М. : Просвещение, 1966.

5. *Любарский, Ю. Я.* Интеллектуальные информационные системы. – М. : Наука, 1990. – 232 с.

6. *Машбиц, Е. И.* Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения. – М. : Педагогика, 1988. – 192 с.

7. *Попов, Э. В.* Общение с ЭВМ на естественном языке. – М. : Наука, 1982 – 359 с.

8. *Поспелов, Д. А.* Данные и знания // Искусственный интеллект : 3 3 кн. – Кн. 2. Модели и методы : справ. / под ред. Д. А. Поспелова. – М. : Радио и связь, 1990.

9. *Роберт, И. В.* Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы; перспективы использования. – М. : Школа-Пресс, 1994. – 205 с.

10. Сборник коротких задач по теоретической механике : учеб. пособие для втузов / О. Э. Кепе [и др.] ; под. ред. Э. Кепе. – М. : Высш. шк., 1989. – 368 с.

11. *Турбович, Л. Т.* Информационно-семантическая модель обучения. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1970. – 177 с.
12. *Шапиро, С. И.* От алгоритмов – к суждениям (Эксперименты по обучению элементам математического мышления). – М. : Сов. радио, 1973. – 288 с.
13. *Шрейдер, Ю. А.* Логика знаковых систем: Элементы семиотики. – М., 1974.

О. М. Перминова, кандидат экономических наук, доцент
Е. А. Старцева, студентка
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. 8 (912) 855-92-31, e-mail: mim@istu.ru

Стратегия профориентационной работы в вузе как основа повышения качества формирования профессиональных компетенций

Проанализированы подходы к профориентационной деятельности, проведено исследование среди студентов первого курса, на основе анализа полученных данных сделан вывод о необходимости разработки стратегии профориентационной деятельности в вузе.

Ключевые слова: качество образования; образовательный процесс; профессиональные компетенции; профориентация.

Современный подход к формированию и развитию профессиональных компетенций в рамках теории профессионального самоопределения требует своевременного ориентирования в мире профессий и тенденциях их изменений, поскольку конкурентоспособность работника на рынке труда является критерием выбора вектора построения траектории получения образования личностью [1]. Условиями эффективного формирования профессиональных компетенций являются интеграция образования и производства, развитие стратегического партнерства, построение индивидуальных образовательных траекторий и стартовый уровень инновационно-образовательного потенциала личности [2]. Накапливаемый индивидуальный инновационно-образовательный потенциал личности совместно с индивидуальной активностью как мерой профессиональных компетенций является средством профессионального развития и зависит от уровня профессиональной информированности при выборе направления обучения.

© Перминова О. М., Старцева Е. А., 2019

Поэтому вопросы профессиональной ориентации, с одной стороны, ориентируются на запросы работодателя и рынка труда, с другой – для учебного заведения требуется подбор абитуриентов с определенными способностями, личностными характеристиками и мотивацией. Сложность организации профессиональной ориентации доказывается наличием нескольких направлений, изучаемых при профессиональном самоопределении. Анализ работ по вопросам профориентации позволил выделить несколько ключевых направлений:

– гармонизация взаимодействия личности и общества в целях обеспечения социально-профессиональной структуры [3, 4];

– подготовка молодежи к свободному выбору профессии, учитывающая индивидуальные особенности личности и необходимость воспроизводства трудовых ресурсов [5];

– система целей, принципов организационных форм, методов, помогающих индивиду в выборе профессии [6];

– комплекс экономических, социально-психологических и педагогических мероприятий, направленных на формирование профессионального призвания индивида [7];

– помощь в выборе профессии индивидам с учетом их интересов и психофизиологических особенностей, а также с учетом конъюнктуры на рынке труда [8];

– анализ содержания профессий, оценка профессиональных возможностей и профессиональный выбор [9];

– формирование профессиональных интересов и склонностей в соответствии с личными способностями, потребностями общества и пригодностью к той или иной профессии [3].

Таким образом, вопросы профессиональной ориентации рассматриваются с позиций педагогики, молодежной политики, управления персоналом и экономики труда, управления организацией и вузом. Интересным является подход, интегрирующий в себе профориентацию и профессиональное самоопределение, результативность которой рассматривается на различных этапах: 9-й класс – 10-й класс – 11-й класс – 1-й курс – 4-й курс – занятое население; при таком подходе учитываются новые тенденции в профессиональном разделении труда, трансформация социально-трудовых отношений, взаимодействие субъектов инфраструктуры территориальных кластеров и теория формирования и развития профессиональных компетенций [10].

Комплексный подход к профориентации и профессиональному самоопределению требует новой роли учебного заведения, как центрального субъекта, организующего и реализующего профориентационные мероприятия. Поскольку в последнее время перспективным направле-

нием является организация новых субъектов (например, детский технопарк «Кванториум»), то образовательная организация может взять на себя функции профориентационно-образовательного центра, структуру деятельности которого необходимо связать с вопросами трудоустройства и занятости, повышения квалификации и дополнительного образования и взаимодействием со службами управления персоналом.

Опыт профориентационной работы в вузах широко представлен в работах по системам подготовки потенциальных абитуриентов, где выделяются активные (создание специальных рекламных роликов, участие представителей вуза в государственных программах; организация научных исследований по актуальным вопросам экономики, управления и др.; проведение профессиональных недель факультетов и институтов; организация олимпиад и чемпионатов для школьников) и пассивные (беседы с абитуриентами о направлениях и профилях обучения; участие представителей вуза в школьных мероприятиях; оформление информационных стендов, рекламных щитов и полиграфической продукции о направлениях и профилях вуза; организация «Дня открытых дверей и др.) методы профориентационной работы [11]. В литературе даются рекомендации для организации профориентационной работы, связанные с маркетинговыми аспектами определения целевых групп абитуриентов, развитием деятельностно-ориентированного направления профиориентационных мероприятий и использованием профессионально ориентированных учебных ситуаций [12]. По нашему мнению, для вуза наиболее важным аспектом является построение системы профориентационной работы на основе интеграции с научными и учебными структурами региона, поскольку для ФГБОУВО «Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова» в большинстве случаев наблюдается прямой переход из школы в университет.

Изучение использования форм профориентационной работы в вузах показало, что наиболее эффективной является проведение дней открытых дверей (52 %) в различных формах: профориентационные квесты и чемпионаты – 45 %, мастер-классы – 33 %, экскурсии в музей – 30 %. В свою очередь, распространение рекламной продукции и размещение информации на сайте определяется заинтересованностью всего 19 % потенциальных абитуриентов [13].

Проведенное исследование среди студентов 1-го курса направлений обучения 38.03.02 «Менеджмент», 38.03.01 «Экономика» и 20.03.01 «Техносферная безопасность» позволило выявить тенденции выбора вуза и специальности. В таблице представлены сравнительные данные сплошной выборки опроса студентов.

Результаты опроса студентов 1-го курса направлений обучения 38.03.02 «Менеджмент», 38.03.01 «Экономика» и 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Вопросы анкеты	Направления подготовки			Итого
	38.03.02 Менеджмент	20.03.01 Экономика	38.03.01 Техносферная безопасность	
Когда Вы определились с выбором вуза?				
Всегда собирался в ИжГТУ, %	8	18	15	12
За 2–3 года, %	13	16	15	21
За год до поступления, %	8	34	33	21
После сдачи ЕГЭ, %	33	13	15	15
В последний момент, %	29	18	18	17
Я тут случайно, %	8	5	5	9
Что повлияло на выбор Вами вуза?				
Советы родителей, %	33	24	20	25
Печатная реклама, телевидение, радио, %	4	13	13	11
Рейтинг вузов в Интернете, %	25	0	0	6
Советы учителей, %	4	34	35	27
Встречи со студентами вуза, %	4	3	0	2
Выступления преподавателей вуза, %	4	26	23	20
Разговоры, встречи с выпускниками вуза, %	17	0	0	4
Занятия с преподавателями вуза, %	0	8	10	7
Друзья, товарищи по учебе, %	25	3	3	8
Успешная карьера выпускников вуза, %	8	21	18	17
Из каких источников Вы получаете нужную Вам информацию о вузах города?				
От родственников, %	4	8	5	4
От преподавателей, %	8	11	13	9
Из специальных справочников, %	4	11	10	13
От друзей, знакомых, %	21	18	20	14
Из рекламы, %	8	3	3	9
От учителей в школе, %	4	5	5	7
От одноклассников, школьных товарищей, %	17	8	8	10
От студентов вузов, %	21	24	23	13
На выставках, %	4	0	0	26
Из Интернета, %	75	87	83	82

Окончание табл.

Вопросы анкеты	Направления подготовки			Итого
	38.03.02 Менеджмент	20.03.01 Экономика	38.03.01 Техносферная безопасность	
Откуда Вы впервые узнали о выбранном направлении подготовки ?				
От родственников, %	25	24	20	23
От преподавателей, %	0	8	10	7
Из специальных справочников, %	8	13	8	10
От друзей, знакомых, %	21	13	13	15
Из рекламы, %	8	0	0	2
От учителей в школе, %	4	0	0	1
От одноклассников, школьных товарищей, %	13	0	0	3
От студентов вузов, %	0	11	10	8
Был на дне открытых дверей, %	8	8	10	9
Из Интернета, %	50	66	60	60
Был ли ИжГТУ вузом, первым в Вашем списке приоритетов?				
Да, %	38	61	55	53
Нет, %	58	37	35	41
Не помню, %	0	8	8	6
Что наиболее важно для Вас при выборе вуза?				
Надежность, %	33	66	60	56
Престижность, %	63	71	68	68
Приемлемая стоимость обучения, %	42	8	8	16
Доступность, %	46	26	30	32
Государственный вуз, %	33	84	80	71
Хорошие отзывы о вузе, %	29	50	50	45
В вузе учились родители, родственники, %	21	8	8	11
Популярность, %	13	13	18	15
Лучший вуз в городе, %	25	47	50	43
Хорошая реклама вуза, %	8	0	0	2
Возможность обучения и стажировок за границей, %	8	32	30	25
Какое образование имеют Ваши родители?				
Среднее общее, %	13	5	5	7
Среднее специальное, %	13	37	38	30
Неполное высшее, %	8	5	8	21
Высшее, %	67	53	65	45

Таким образом, на основании полученных данных будут сформированы стратегии профориентационной работы для каждой кафедры.

Список литературы

1. *Перминова, О. М*. Современная модель подготовки специалиста в университетском комплексе // Вестн. Ижев. гос. техн. ун-та. – 2006. – № 2. – С. 88–91.

2. *Перминова, О. М*. Алгоритм оптимизации формирования профессиональных компетенций работника / О. М. Перминова, Р. В. Файзуллин // Вестн. ИжГТУ. – 2013. – № 2. – С. 57–59.

3. Профессиональная педагогика : учеб. / С. Я. Батышев [и др.]. – М. : Ассоц. «Профессиональное образование», 1997. – 512 с.

4. *Павлова, А. М*. Психология труда : учеб. пособие. – Екатеринбург : Изд-во ГОУ ВПО «РГППУ», 2008. – 156 с.

5. *Насонова, О. Л.* Профессиональная ориентация как фактор социально-психологической адаптации молодежи в современных экономических условиях // Человек, рынок, образование на рубеже XXI века : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Томск :ТПУ, 1999. – С. 96.

6. *Шарошенков, Б. М*. Рынок и занятость: социологический аспект. – М. : Луч, 1996. – 126 с.

7. *Горелов, Н. А*. Экономика трудовых ресурсов : учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., 1989. – 208 с.

8. Управление персоналом организации : учеб. / под ред. А. Я. Кибанова. – М. : Инфра-М, 1997. – 512 с.

9. *Голованова, И. Ф*. Проект «Мой выбор» в профессиональном самоопределении школьников // Школа и производство. – 2003. – № 3. – С. 24–26.

10. *Диннер, И. В.* Эффективность профориентационных мероприятий (по результатам опроса школьников и родителей города Омска) // Актуальные проблемы развития человеческого потенциала в современном обществе. – Пермь : Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2017. – С. 218–223.

11. *Титова, С. В*. Эффективный метод профориентационной деятельности вуза // Мир современной науки. – 2011. – № 6. – С. 3–18.

12. *Загузина, Н. Н*. Профессиональное самоопределение студентов в процессе участия в организационно-деловых играх // Психология, коммерция, дизайн: актуальные проблемы подготовки специалистов : сб. науч. тр. – № 1. – СПб., 2008. – С. 252–255.

13. *Жолован, С. В*. Эффективность форм профориентационной работы как фактор повышения качества профессионального образования // Проблемы системной модернизации экономики России: социально-политический, финансово-экономический и экологический аспекты : сб. науч. ст. – Вып. 9. – СПб. : Институт бизнеса и права, 2010. – С. 235–244.

О. М. Перминова, кандидат экономических наук, доцент
Е. Б. Лисина, кандидат технических наук, доцент
Е. В. Шулакова, старший преподаватель
Н. В. Селюнина, старший преподаватель
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. 8 (912) 855-92-31, e-mail: mim@istu.ru

Формирование программы подготовки магистров направлений 38.04.02 «Стратегический менеджмент» и 20.04.01 «Техносферная безопасность» на основе оценки уровня сформированности профессиональных компетенций

Изучен подход к формированию профессиональных компетенций с использованием проектного обучения, проведена оценка остаточных знаний и уровня сформированности профессиональных компетенций, сделан вывод о необходимости расширения спектра творческих научных проектов.

Ключевые слова: образовательный процесс; профессиональные компетенции; проектное обучение; творческие проекты.

Современные тенденции эффективного формирования профессиональных компетенций требуют повышения качества образовательного процесса с позиции создания целостного образа профессии с учетом возрастания сложности осваиваемых видов деятельности при переходе от бакалавриата к магистратуре на основе построения траектории жизненного цикла формирования профессиональных компетенций [1]. Одним из условий эффективного формирования профессиональных компетенций является интеграция образовательного и инновационного процессов в рамках территориального кластера, центральной частью которого является образовательное учреждение как центр подготовки бакалавров и магистров с базовыми профессиональными компетенциями [2]. Построение траектории обучения зависит от индивидуального уровня образовательного потенциала личности и степени вовлечения студентов в научно-образовательную проектную деятельность вузовского подразделения (кафедры). При этом внедренные в практику работы кафедры модели оценки уровня развития профессиональных компетенций бакалавров в разные временные промежутки позволяют управлять выбором оптимальной траектории их формирования [3]. Активные методы обучения являются эффективным способом вовле-

© Перминова О. М., Лисина Е. Б., Шулакова Е. В., Селюнина Н. В., 2019

чения студентов в самостоятельную работу, при этом проектное обучение способствует процессу гармоничного цикличного развития профкомпетенций личности на каждом этапе получения образования [4, 5]. Проектное обучение предполагает выполнение кафедральных творческих научно-образовательных программ, через которые студенты включаются в деятельность, максимально приближенную к профессиональным условиям, при этом при выполнении проектных работ синергетический эффект позволяет закрепить теоретические знания и приобрести практические навыки в научно-исследовательской и организационно-управленческой деятельности [6].

Для разработки новых учебных планов для магистров направлений «Стратегический менеджмент» и «Техносферная безопасность» в ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова», ориентированных на опережающую подготовку и индивидуальные траектории формирования профессиональных компетенций, сформированы творческие проектные группы, ориентированные на коммерциализацию и сотрудничество с предприятиям и организациями региона.

В табл. 1 представлен перечень профессиональных компетенций организационно-управленческой деятельности для магистров направлений 38.04.02 «Менеджмент» и 20.04.01 «Техносферная безопасность» и варианты творческих проектов, ориентированных на приобретение студентами навыков в постановке и решении научно-практических задач.

В ходе выполнения творческого проекта «Моделирование бизнес-процессов в региональном промышленном кластере» при подготовке магистров по направлениям «Стратегический менеджмент» и «Техносферная безопасность» в рамках учебных дисциплин «Конкурентные стратегии» и «Системы менеджмента и управления охраной труда» были выделены две группы: экспериментальная (ЭГ) и контрольная (КГ). В контрольной группе обучение проводилось стандартно, в экспериментальной группе студентов привлекали к выполнению разделов научного проекта. Для оценки уровня формирования профессиональных компетенций в ходе проведения эксперимента в семестре проведено пять контрольных замеров. В качестве примера была выбрана профессиональная компетенция «Способность организовывать и руководить деятельностью подразделений и организаций». Первый замер проведен до начала занятий, последующие проводились в течение полугодия, после освоения каждого учебного раздела дисциплины.

Таблица 1. **Учебные проекты, формирующие профессиональные компетенции**

Профессиональные компетенции	Примеры проектов
38.04.02 «Менеджмент» Способность управлять организациями, подразделениями, группами (командами) сотрудников, проектами и сетями; Способность разрабатывать корпоративную стратегию, программы организационного развития и изменений и обеспечивать их реализацию; Способность использовать современные методы управления корпоративными финансами для решения стратегических задач. *20.04.01 Техносферная безопасность* Способность организовывать и руководить деятельностью подразделений по защите среды обитания на уровне предприятия, территориально-производственных комплексов и регионов, а также деятельность предприятия в режиме ЧС; Способность осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях; Способность участвовать в разработке нормативно-правовых актов по вопросам техносферной безопасности; Способность к рациональному решению вопросов безопасного размещения и применения технических средств в регионах; Способностью применять на практике теории принятия управленческих решений и методы экспертных оценок	Стратегическое управление инфраструктурой регионального промышленного кластера (финансовые, организационные, кадровые и маркетинговые аспекты); Оценка эффективности технологических инноваций; Информационно-аналитическая поддержка развития территории; Управление процессами безопасности; Специальная оценка условий труда; Управление рисками, прогнозирование и профилактика травматизма; Технологии сбора и переработки промышленных и бытовых отходов; Создание учебных фильмов

Оценка уровня сформированности профессиональных компетенций проводилось по составляющим: знания, умения и навыки, личностные качества. Личностные характеристики измерялись с помощью тестов, характеризующих потребности и стремления к достижению целей и приобретению знаний, направленность на управленческую деятельность и оценку степени развития управленческого мышления. Знания

и умения рассчитаны с помощью метода вариационных рядов по уровню сформированности профессиональных компетенций K_n:

$$K_n = \frac{\sum n_i}{n},$$

где n_i – количество элементов, усвоенных i-м студентом.

n – максимальное число элементов для усвоения.

Коэффициент определяется степенью правильных ответов при тестировании и ответов на контрольные вопросы. Анализ измерений результатов экспериментальной и контрольной и групп (табл. 2) позволил заметить положительную динамику уровня сформированности вышеназванной профессиональных компетенций.

Таблица 2. **Уровень сформированности профессиональной компетенции «Способность организовывать и руководить деятельностью подразделений и организаций»**

Группа	Экспериментальные замеры				
	1	2	3	4	5
Контрольная	0,44	0,47	0,66	0,70	0,71
Экспериментальная	0,43	0,49	0,75	0,81	0,85

Говоря о полученных результатах, следует оценить динамику изменений по уровням сформированности компетенции (табл. 3).

Таблица 3. **Сравнительный анализ уровня сформированности профессиональной компетенции «Способность организовывать и руководить деятельностью подразделений и организаций» у магистрантов экспериментальной и контрольной групп**

Контрольные замеры	Процент усвоения					
	ниже среднего		средний		выше среднего	
	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ
1	70	74	26	22	–2	–2
2	66	68	30	28	–2	–2
3	52	35	41	48	1	11
4	45	24	45	52	4	18
5	36	8	48	58	10	28
Динамика изменения	–34	–66	+22	+36	+12	+30

По итогам исследования видно, что внедрение системы формирования профессиональных компетенций с использованием активных методов обучения в проектных учебных группах приводит к изменению распределения уровня остаточных знаний и эффективному фор-

мирования профессиональных компетенций. За период освоения учебных дисциплин «Конкурентные стратегии» и «Системы менеджмента и управления охраной труда» процент студентов высокого уровня увеличился на 30 % в экспериментальной группе, где в 9 раз уменьшилось число студентов с низким уровнем освоения материалов.

Таким образом, приобретение магистрантами навыков в постановке и решении конкретных научно-практических задач при выполнении проектных работ наряду с синергетическим эффектом позволяет закрепить теоретические знания и приобрести практические навыки в организационно-управленческой деятельности, что требует расширения спектра творческих научных проектов кафедры для повышения качества образовательного процесса.

Список литературы

1. *Перминова, О. М*. Алгоритм оптимизации формирования профессиональных компетенций работника / О. М. Перминова, Р. В. Файзуллин // Вестник ИжГТУ. – 2013. – № 2.

2. *Prajova, V*. Principles of organizations' interaction while forming mechatronics specialists' professional competences in a regional industry cluster / V. Prajova, O. Perminova, R.Faizullin // Procedia Engineering. – 2014. – С. 370–373.

3. *Перминова, О. М.* Оценка уровня инновационно-образовательного потенциала работника / О. М. Перминова, О. Ю. Абашева // Вестник ИжГТУ. – 2012. – № 2. – С. 62–64.

4. *Селюнина, Н. В*. Практико-ориентированный подход в обучении // Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми системами образования : материалы VI Междунар. конф. – 2014. – С. 371–375.

5. Внедрение проектного обучения в подготовку по направлению «Техносферная безопасность» в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова / Б. В. Севастьянов [и др.] // Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми системами образования : материалы VII Междунар. конф. Россия, Ижевск, 21–22 февр. 2017 г. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2017. – С. 73–81.

6. Формирование профессиональных компетенций студентов направления «Техносферная безопасность» в ФГБОУВО «Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова» на основе проектного подхода / Б. В. Севастьянов [и др.] // Математические модели и информационные технологии в организации производства. – 2016. – № 2. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2016. – С. 41–44.

Н. Л. Тарануха, доктор экономических наук, профессор,
директор Института дополнительного и профессионального образования
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 5110, e-mail: fpidpo@mail.ru

Подготовка инженеров будущего в Ижевском государственном техническом университете имени М. Т. Калашникова

Данная статья посвящена системному подходу к разработке образовательных программ дополнительного профессионального образования и формированию профессиональных компетенций для инженерных кадров в сфере развития наукоемких и высокотехнических производств. Образовательные программы опережающей профессиональной переподготовки содействуют формированию кадрового ресурса высокотехнологичных производств динамично развивающейся экономики страны.

Ключевые слова: образовательная программа; инженерные кадры; дополнительное профессиональное образование; трудовые функции; компетенции; учебно-методический комплекс.

В современных условиях на передний план выдвигается чрезвычайно важная задача – обеспечить подготовку инженера нового типа, важнейшими качествами которого являются широкая профессиональная подготовка, высокий культурно-технический уровень, умение быстро обновлять и пополнять знания, способность разрабатывать новую технологию и выпускать конкурентоспособную продукцию.

В Институте дополнительного профессионального образования осуществляется как повышение квалификации инженерных кадров, так и профессиональная переподготовка по образовательным программам Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова, имеющего хороший потенциал в высокотехнологичных направлениях деятельности [1].

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова стал победителем конкурса по президентской программе «Повышение квалификации инженерных кадров на 2012–-2014 годы» по приоритетным направлениям развития техники и технологии.

В 2015 и 2016 гг. программы повышения квалификации инженерных кадров прошли конкурсный отбор Минобрнауки России по ведом-

© Тарануха Н. Л., 2019

ственной целевой программе «Повышение квалификации инженерно-технических кадров на 2015–2016 годы». Это стало возможным, прежде всего, благодаря тому положению, которое наш вуз занимает в регионе, и статусу ИжГТУ имени М. Т. Калашникова как университета, имеющего хороший потенциал в высокотехнологичных направлениях деятельности.

Цель программы: увеличение вклада профессионального образования в повышение качества кадрового потенциала высокотехнологичных промышленных предприятий Удмуртской Республики, имеющих стратегическое значение для экономического развития России, в интересах технологической модернизации экономики, обеспечения повышения производительности труда, создания и модернизации высокопроизводительных мест.

На сегодняшний день 11 таких программ, которые вошли в реестр Национального фонда инженерных кадров России:

– «Организация машиностроительных производств и рабочих мест на принципах бережливого производства с применением информационных технологий». Данная образовательная программа ставит своей целью дать основные понятия о современных концепциях и реализующих их методах управлением современного инновационного машиностроительного производства;

– «Построение цифровых средств связи». Прошедший подготовку по данной программе должен быть готов к профессиональной деятельности по разработке и созданию радиотехнических систем и комплексов, основанных на принципах и методах радиосвязи;

– «Повышение эффективности работы инженерных кадров в современной информационной среде». Цель данной программы – профессиональная деятельность в сфере информационных и коммуникационных технологий в качестве специалиста по разработке, внедрению и сопровождению современных информационных технологий;

– «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств. Компьютерная подготовка станков с ЧПУ». Задачами программы является подготовка специалистов, обладающих следующими способностями: создание конкурентоспособной машиностроительной продукции, совершенствование национальной технологической среды; обоснование, разработка, реализация и контроль норм, правил и требований к машиностроительной продукции различного служебного назначения, технологии ее изготовления и обеспечения качества; разработка новых и совершенствование действующих технологических процессов изготовления продукции машиностроительных производств, средств их оснащения; создание новых и приме-

нение современных средств автоматизации, методов проектирования, математического, физического и компьютерного моделирования технологических процессов и машиностроительных производств;

– «Производство деталей машин с использованием технологии контролируемого формирования однородных наносубструктур в материале». Программа направлена на повышение квалификации инженерно-технических работников предприятий военно-промышленного комплекса и общего машиностроения в области проектирования и производства деталей машин с повышенными эксплуатационными свойствами за счет контролируемого формирования наносубструктур в материале;

– «Основы радиолокации», в данной программе рассматриваются вопросы проектирования устройств формирования и обработки радиолокационных сигналов;

– «Новые ресурсосберегающие технологии восстановления, нанесения защитных покрытий, упрочнения деталей и узлов ремонта технологического и энергетического оборудования». Прошедший подготовку по данной программе должен быть готов к профессиональной деятельности по разработке планов и программ организации инновационной деятельности на предприятии, оценивая инновационные и технологические риски при внедрении новых технологий;

– «Фрактальные электронные компоненты и устройства обработки сигналов и управления на их основе». В данной программе рассматривается проектирование устройств обработки сигналов и управления на основе фрактальных электронных компонентов;

– «Повышение энергетической эффективности. Энерго- и ресурсосбережение». Прошедший подготовку по данной программе должен уметь проводить энергетические обследования, составлять энергетические паспорта и разрабатывать мероприятия по энергосбережению в составе проектной и рабочей технической документации;

– «Обеспечение качества и надежности перспективных видов вооружения и специальной техники». Предлагаемая образовательная программа ставит своей целью изучение и применение на практике при разработке перспективных видов вооружения, военной и специальной техники методов и инструментов системного управления их качеством и надежностью за счет быстрого реагирования и применения инновационных решений, в том числе индустрии наносистем;

– «Параметрическое моделирование деталей и сборочных единиц в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D». Прошедший подготовку и итоговую аттестацию должен быть готов к профессиональной деятельности по системам автоматизированного про-

ектирования, обеспечивающих подготовку производства, управление им в качестве специалиста в области проектно-конструкторских работ.

По данным программам повышение квалификации осуществляется в три этапа:

1-й этап – обучение на базе лабораторий, центров коллективного пользования, базовых кафедрах университета.

2-й этап – недельная стажировка в ведущих научно-исследовательских центрах России.

3-й этап – недельная стажировка в зарубежных научно-исследовательских организациях или зарубежных университетах, таких как Технологический университет г. Брно (Чехия), Словацкий технический университет, высшая школа Остфалия (Германия), Национальный политехнический университет Армении (г. Ереван), Белорусский национальный технический университет (г. Минск).

В институте дополнительного профессионального образования разрабатываются и реализуются программы опережающей профессиональной переподготовки. Основным направлением является развитие кадрового потенциала инвестиционных проектов, в частности, в сфере наноиндустрии.

Одним из факторов развития нанотехнологий является значительное улучшение кадрового обеспечения организаций и предприятий, разрабатывающих и использующих нанотехнологии [2].

Качество производимой продукции, а также уровень научных исследований определяются квалификацией кадров.

Система опережающего обучения в сфере наноиндустрии должна решать задачи на двух уровнях: первый – обеспечивать кадровые потребности инвестиционных проектов с целью повышения уровня реализуемости этих проектов; второй – развитие кадрового потенциала наноиндустрии Российской Федерации в целом.

Разработка образовательных программ по дополнительному профессиональному образованию (ДПО) в сфере наноиндустрии в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова предполагает изучение и уточнение с работодателем трудовых функций специалистов, соответствующего перечня процессов и операций (трудовых действий), обеспечивающих выполнение этих трудовых функций, и, на этой основе, определение необходимых компетенций специалистов (образовательных результатов программы), которые должна формировать программа.

Получение этих образовательных результатов должно обеспечить выполнение трудовых функций, требуемых реальным производством в сфере наноиндустрии. Эти работы выполняются с обязательным участием работодателей компаний, реализующих проекты в области соз-

дания и производства наноструктурированных конструкционных материалов и изделий.

При разработке образовательной программы необходимо конвертировать трудовые функции специалиста в учебную деятельность слушателей, сформировать совокупность знаний, умений и практических навыков, обеспечивающих получение заданных образовательных результатов (компетенций) и выбрать адекватные образовательные технологии для их формирования.

Образовательная программа ДПО должна иметь модульную организацию. Необходимо также предусмотреть возможность реализации базовых (общепрофессиональных) модулей образовательной программы в дистанционном режиме. Учебно-методический комплекс (УМК) должен содержать рабочие программы учебных модулей, контрольно-измерительные материалы с описанием способов их использования для оценивания знаниевых и компетентностных результатов обучения [3].

Основу образовательных программ ДПО в сфере наноиндустрии составляют практические работы на оборудовании компании и выполнение выпускных работ по заданной руководством компании тематике. Обучающиеся по опережающим образовательным программам специалисты проходят стажировку на промышленном оборудовании ведущих предприятий отрасли или на исследовательском оборудовании в ведущих профильных научных центрах.

В период разработки образовательной программы и учебно-методического комплекса решаются следующие задачи:

– изучаются и уточняются совместно с представителями работодателя трудовые функции специалистов, а также соответствующий им перечень трудовых действий (перечень процессов и операций), обеспечивающих выполнение этих трудовых функций;

– выделяются системные профессиональные компетенции как образовательные результаты программы, обеспечивающие выполнение специалистами требуемых работодателями трудовых функций;

– определяются единичные профессиональные компетенции – совокупность знаний, умений и опыта практической деятельности, позволяющих подобрать показатели для оценивания уровня сформированности компетенций слушателей после прохождения ими переподготовки;

– подбираются адекватные поставленным задачам образовательные технологии, обеспечивающие получение заданных образовательных результатов – формирование у слушателей дополнительных профессиональных компетенций;

– выбираются и обосновываются содержание и формы организации учебной деятельности;

– разрабатываются УМК (программы профессиональных модулей, контрольно-измерительные материалы для оценивания знаниевых и компетентностных результатов обучения), обеспечивающие образовательную программу;

– проектируется и согласовывается с работодателем (заказчиком) общепрофессиональный (базовый) модуль, который разрабатывается в формате, пригодном для преподавания в режиме *e-learning*;

– подбираются образовательные технологии, позволяющие работать со слушателями в режиме *e-learning*: видеолекции, самостоятельное изучение теоретического материала, лабораторные занятия, вебинары, виртуальные лабораторные работы и т. д.

В ИжГТУ имени М. Т. Калашникова разработаны и реализованы образовательные программы профессиональной переподготовки в сфере наноиндустрии: «Создание массового производства сверхпрочных пружин с использованием технологий контролируемого формирования однородных наносубструктур в материале» для ООО «НПЦ «Пружина», «Разработка и производство танталовых чип-конденсаторов и суперконденсаторов» для ОАО «Элеконд»; программа по повышению квалификации «Особенности использования полимерных наноструктурированных материалов в области машиностроения» для АО «ИЭМЗ «Купол»; образовательная программа и учебно-методический комплекс для профессиональной переподготовки специалистов ОАО «Чепецкий механический завод» в области создания и производства наноструктурированных конструкционных материалов и изделий для атомной энергетики; дополнительная образовательная программа профессиональной переподготовки для инженеров ОАО «Элеконд» в области проектирования и контроля качества накопителей энергии на основе наноструктурированных материалов.

Для строительных организаций и предприятий сферы ЖКХ разработана программа «Российские инновационные ресурсосберегающие технологии для повышения экономической эффективности строительства и сферы ЖКХ» [4].

Решение данных задач позволяет изменить квалификацию специалиста в сфере наноиндустрии, инновационных технологий, доведя ее до требуемого работодателем уровня.

Формирование новых образовательных программ по дополнительному профессиональному образованию способствует развитию инженеров будущего для предприятий и региональной экономики в целом.

Список литературы

1. *Тарануха, Н. Л.* Образование – ключ к успеху // Профессиональное образование в Удмуртской Республике. – 2010. – № 4.
2. *Тарануха, Н. Л.* Система профессиональной переподготовки кадров для наноиндустрии в Ижевском государственном техническом университете имени М. Т. Калашникова // Вестник ИжГТУ. – 2013. – № 3 (59).
3. *Тарануха, Н. Л.* Стратегия разработки программ дополнительного профессионального образования в сфере наноиндустрии // Вестник ИжГТУ. – 2014. – № 1 (61).
4. *Тарануха, Н. Л.* Системотехническая оценка проектных решений в строительстве. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2003.

Н. А. Торопова, начальник отдела общеобразовательных дисциплин
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 7286, e-mail: toropova@istu.ru

Мониторинг здоровьесбережения как фактор качества образования

Современные методы оценки качества образования не содержат способов оценки сформированности компетенции здоровьесбережения обучающихся. Тогда как умение обучающихся, а в будущем молодых специалистов сохранять свое здоровье является стратегической задачей государства и общества. Более того, формирование здоровьесберегающей образовательной среды эффективно отразится на качестве образования.

Ключевые слова: здоровьесбережение; компетенции; оценка качества образования; мониторинг здоровьесбережения; ФГОС.

Образовательное пространство России стремится к высокому качеству образовательных услуг. Понятие качества подготовки специалиста включает не только знания и умения профессионального плана, но и личностную сформированность выпускника, включая умения по здоровьесохранению и осознанному ведению здорового образа жизни. Здоровьесбережение является главной целью и задачей экономической политики развитого государства. В. В. Путин неоднократно подчеркивал, что в основе развития страны лежит сбережение народа России и благополучие наших граждан [2]. Сегодня нельзя говорить о полно-

© Торопова Н. А., 2019

ценном качестве образования, если выпускник за время обучения снижает уровень своего здоровья. Государство предъявляет высокие требования к образовательным учреждениям по качеству подготовки выпускников.

В современной системе образования России сложилась ситуация, в которой отсутствует понимание качества образовательных услуг в аспекте здоровьесбережения обучающихся. Принимаемые на региональном уровне решения по так называемым «стандартам качества государственных услуг в области образования» формальны, экономически не обоснованы и охватывают только сферу дошкольного, дополнительного, основного общего образования.

В результате система управления высшим образованием не мотивирует вузы к внедрению принципов достижения и непрерывного улучшения качества своей работы, а многочисленные контрольные мероприятия Минобразования России не оказывают существенного влияния на политику вузов в этом направлении. Это сдерживает приближение нашей системы образования к международным стандартам, а элементы качества образования не соответствуют международным стандартам и не ориентированы на запросы потребителей услуг образовательных организаций.

Внедрение федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) нового поколения предъявляет к образовательным учреждениям при реализации образовательных программ обязательные требования по сохранению и укреплению здоровья обучающихся и использованию здоровьесберегающих технологий в образовательных учреждениях, включая и высшую школу. В связи с этим вузу необходимо выработать эффективную стратегию управления, направленную на сбережение и сохранение здоровья обучающихся. Поэтому актуальной становится проблема теоретического и методического обоснования разработки стратегии вуза по здоровьесбережению обучающихся и механизмов ее реализации. Для этого необходимо регулярно проводить мониторинг здоровьесбережения, по результатам которого формировать эффективную стратегию управления образованием, что отразится на качестве предоставляемых образовательных услуг. Такой мониторинг организует Министерство образования и науки совместно с Министерством здравоохранения Российской Федерации, а образовательная организация самостоятельно оценивает здоровьесбережение образовательной среды в рамках самообследования внутренней системы качества вуза.

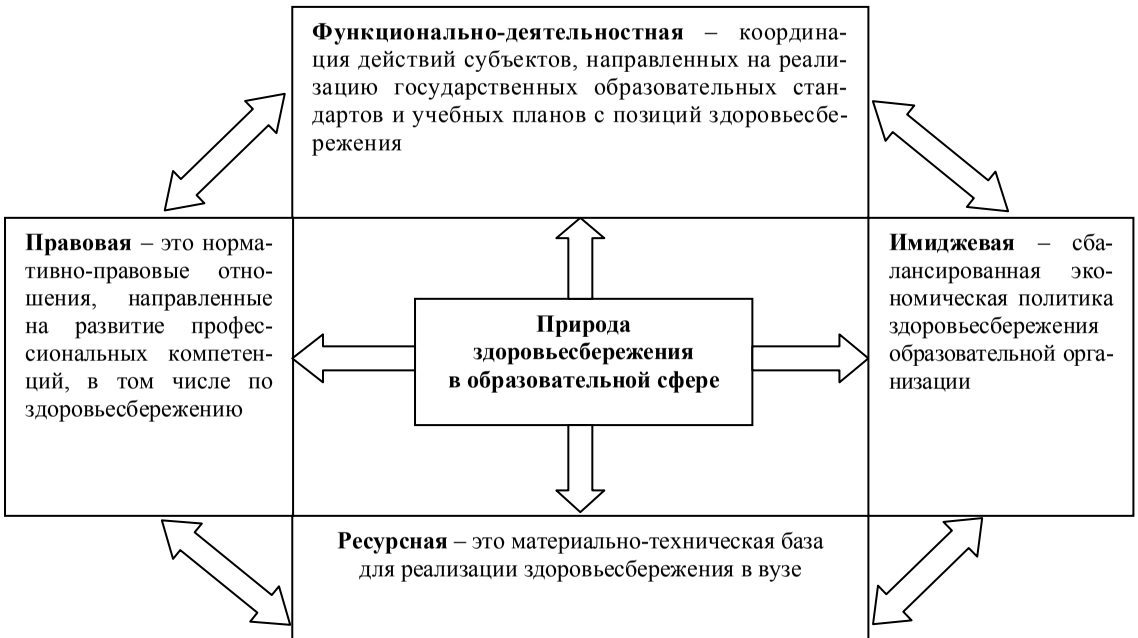
В России с 2006 г. организован социально-гигиенический мониторинг, проводимый Федеральной службой по надзору в сфере защиты

прав потребителей и благополучия человека совместно с другими федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор [3, 4]. Но такой мониторинг не адаптирован под систему образования, и носит узкоспециализированный характер. Для организации мониторинга здоровьесбережения необходимо рассмотреть сущность понятия «здоровьесбережение». Здоровьесбережение – многогранное, комплексное понятие, поэтому необходимо учитывать социально-экономическую природу его составляющих (рисунок).

Социально-экономическая природа здоровьесбережения определяется с четырех сторон как функционально-деятельностная, ресурсная, правовая и имиджевая. Каждая из четырех составляющих имеет свою логику существования и строится на особых принципах. Так, функционально-организационная, деятельностная сторона здоровьесбережения предусматривает системную логику координации и субординации участников здоровьесберегающей образовательной среды, которая воплощается в системное упорядочение целей, задач, функций взаимодействия. Целостность функционально-организационному, деятельностному аспекту управления здоровьесбережением придает осознание всеми управляющими субъектами, что впоследствии социальные взаимодействия должны создать единое здоровьесберегающее пространство.

Ресурсная сторона природы здоровьесбережения – это хозяйственно-экономическая логика «игр обмена», издержек, рисков, планирования, позволяющая воспроизводить ресурсы и самого человека. В итоге реализуется сущностная результативная сторона здоровьесбережения. На сущностном уровне устанавливается наличие проблемы, которая может существовать как диспропорция в развитии субъекта, требующая анализа, поиска резервов для организации более эффективного образовательного процесса как процесса труда.

Правовая логика означает, что участники процессов здоровьесбережения действуют и принимают решения в нормативно-правовом пространстве, несут ответственность за использование имущества в образовательном процессе, соблюдение стандартов в образовании. При этом они вынуждены согласовывать свои многообразные и противоречивые интересы на договорной основе или в административном порядке. Формой выражения правовой логики являются различные организационно – правовые формы. В результате здоровьесбережение выступает как экономическая политика участников образовательного здоровьесберегающего пространства.



Взаимосвязь четырех составляющих природы понятия здоровьесбережения в сфере образования

Имиджевая логика позволяет устойчиво функционировать и развиваться, объединяя и выражая в итоге все многообразие противоречивых интересов участников, способствуя созданию осознанного отношения человека к своему здоровью в рамках созданной профессиональной компетенции. Материальной основой такой логики является созданная профессиональная компетенция, формой выражения – ответственное поведение участника конкретной трансакции, которое позволит в будущем участникам как минимум не ухудшать свое индивидуальное здоровье, полезным результатом - высокий уровень общественного здоровья.

Так, с привнесением формальной, хозяйственной, правовой и имиджевой логики формируются экономические характеристики здоровьесбережения, которые необходимо выработать при создании показателей мониторинга для оценки результативности и эффективности здоровьесбережения сферы образования. Проведение мониторинга здоровьесбережения образовательной организации позволит обеспечить:

а) установление факторов, оказывающих вредное воздействие на обучающихся, и их оценку;

б) прогнозирование состояния здоровья обучающихся и образовательного пространства;

в) определение неотложных и долгосрочных мероприятий по предупреждению и устранению воздействия вредных факторов образовательной организации на здоровье студенческой молодежи;

г) разработку предложений для принятия решений в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия в образовательной организации;

д) решение задачи государства в области здоровьесбережения и повысить качество образования.

Таким образом, мониторинг здоровьесбережения представляет собой государственную систему наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья обучающихся и всей образовательной среды, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья обучающихся и воздействием факторов среды обитания человека для принятия мер по устранению вредного воздействия на молодое поколение факторов образовательного пространства и является одним из механизмов повышения качества образования.

При введении мониторинга решаются следующие задачи:

– оценка (диагностика) здовьесбережения в образовательной среде и состояния здоровья обучающихся;

– оценка ресурсной базы здоровьесбережения образовательной организации;

– выявление причинно-следственных связей между состоянием здоровья обучающихся и воздействием факторов образовательной среды обучающихся на основе системного анализа и оценки риска для здоровья обучающихся;

– установление причин и выявление условий возникновения и распространения инфекционных и массовых неинфекционных заболеваний (отравлений);

– подготовка предложений для принятия федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления необходимых мер по устранению выявленных вредных воздействий факторов образовательной среды.

Внедрение мониторинга здоровьесбережения обеспечит выполнение требований федеральных государственных образовательных стандартов, позволит образовательным организациям создавать эффективную здоровьесберегающую образовательной среду, а обучающимся ответственно относится к своему здоровью.

Список литературы

1. Правительство Российской Федерации. Постановления. Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга : постановление [от 2 февр. 2006 г. № 60, с изм. и доп. от:4 сент. 2012 г., 25 мая 2017 г.] // Гарант. – URL: http://base.garant.ru/

2. В. И. Скворцова о национальном проекте «Здравоохранение»: «Изменения почувствует каждый» // Кто есть кто. – URL: ktovmedicine.ru/2018/3/v-i-skvorcova-o-nacionalnom-proekte-zdravoohranenie-izmeneniya-pochuvstvuet-kazhdyy.html

3. *Торопова, Н. А*. Здоровьесбережение как социально – экономическая категория / Н. А. Торопова, Н. А. Алексеева // Перспективы науки. – 2011. – № 1 (16). – С. 207–214.

4. *Торопова, Н. А*. Реализация концепции здоровьесбережения в вузе // Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика. Актуальные вопросы развития современного общества : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – Курск, 2012.

А. И. Троянская, кандидат психологических наук,
доцент кафедры «Экономика и управление организацией»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 77-60-55, e-mail: atroyanskaya@mail.ru

Стилистические особенности рефлексии студента технического университета

Профильное обучение, реализуя образовательную функцию, формирует профессионально ориентированное мышление. В ходе реализации воспитательной функции стоит задача подготовить личность, способную к саморазвитию. Средством, обеспечивающим планирование траектории собственного развития, анализа, переосмысления и проектирования своего жизненного пути, выступает рефлексия личности. Характерные особенности рефлексии, выделенные у определенных социальных групп, могут быть рассмотрены как интегральное явление стиля рефлексии. Это определяет возможность изучения стиля рефлексии, специфического для направления профессиональной подготовки. Стиль рефлексии студента технического направления складывается под влиянием специфики объекта труда и профессионально ориентированного способа мышления.

Ключевые слова: рефлексия личности; профессиональная рефлексия; стиль рефлексии; когнитивный стиль; техническое направление подготовки; техническое образование.

Усиление технического направления подготовки и развитие кадрового потенциала в инженерной сфере является в настоящее время национальным приоритетом для России. Освоение профессий, связанных с техникой, требует развитого пространственного мышления, конкретного мышления и одновременно способности к абстрагированию, аккуратности и точности. Высокие требования предъявляются к учащимся как на этапе поступления в вуз, так и во время обучения, регулярно проводятся расчетные лабораторные и контрольные работы. В то же время современные государственные образовательные стандарты требуют подготовить личность, обладающую компетенциями в области самоорганизации, саморазвития и здоровьесбережения, способную самостоятельно обучаться, выстраивая индивидуальную траекторию на основе принципов образования в течение всей жизни.

За функции самоупорядочивания, организации и планирования своей деятельности отвечает такое психологическое образование как

© Троянская А. И., 2019

рефлексия личности. Рефлексия представляет собой процесс познания, анализа и переосмысления личностью своей жизни и деятельности – как внешней, так и внутренней. Рефлексия определяет возможность формировать в отношении к миру собственную позицию [1].

Рефлексия как интегративное единство высших психических функций и как процессуальное средство сознания, соединяет в себе когнитивные и ценностные основания деятельности.

Возможность изучения рефлексии с точки зрения стилевого подхода обоснована влиянием на нее когнитивного стиля в целом, выделением различных типов и видов рефлексии [2], выявлением уровней особенностей рефлексии, характерных для различных социальных групп – этнокультурных, возрастных, профессиональных, а также индивидуальных характеристик – как общих, особенных и единичных свойств рефлексии [3].

Когнитивный стиль, согласно исследованиям М. А. Холодной [4], – это индивидуально своеобразный устойчивый способ переработки информации и приобретаемого опыта, проявляющийся в виде индивидуальных различий в восприятии, анализе, структурировании, категоризации, оценивании реальности.

Соответственно стиль рефлексии представляет собой интегрированную и относительно устойчивую совокупность особенностей ее осуществления.

Когнитивные стили являются образованием, которое формируется прижизненно под влиянием социокультурных факторов.

Целью данного исследования являлось выделение стиля рефлексии студентов технического направления подготовки и описание его особенностей.

В исследовании принимали участие 110 студентов вузов различных направлений подготовки, из них 47 человек – мужчины, 63 – женщины. В данной статье рассмотрены результаты студентов технических направлений, обучающихся в ИжГТУ.

Применялся следующий инструментарий: рефлексивный тест-самоотчет «Кто Я» (В. С. Мухина [5]); анализ жизненных целей Л. Д. Столяренко [6]; методика предельных смыслов Д. А. Леонтьев [7]. Эти методы предполагают различные способы самоописаний – вербальные и рисуночные, интервью, проектирование жизненных планов. Обработка материала производилась методом контент-анализа и смыслового анализа.

Результатом явилось выделение стиля рефлексии, который может быть охарактеризован как «инструментализм», ключевыми особенностями которого являются реалистичность, а также поляризация отве-

тов. Один полюс образован ценностью профессионализма, а другой – компенсаторными проявлениями эпатажа.

Структурировать описание стиля можно обозначением следующих его особенностей.

Преобладающий тип рефлексии: актуальная рефлексия настоящего момента, интерпсихическая и интрапсихическая, т. е. связанная с анализом как внешнего, так и внутреннего мира.

Характеристики рефлексии, связанные с объектом труда, – технические системы, механизмы: высокая значимость освоения профессии, важность совершенствования в ней.

Понимание социальной ответственности обнаруживает полярные суждения, с одной стороны, необходимость внести вклад в общество через профессиональную реализацию, с другой – провокационные проявления для привлечения внимания окружающих.

Рефлексии, характеризующие субъективное психологическое благополучие, связаны с предыдущим пунктом и также представлены полярными ответами. С одной стороны, отмечается ценность профессионализма для личности и общества, а с другой – выявляются имеющиеся трудности в адаптации.

Преимущественно используемые лингвистические категории и типы графических изображений: глаголы «умею», «могу», схемы, изображения с высокой детализацией.

В исследовании выявлены особенные характеристики рефлексии, определяемые направлением профессиональной подготовки, которые составляют инструментальный стиль рефлексии студента технического вуза.

В условиях образования по техническому направлению задачи рефлексии осуществляются с опорой на преимущественное развитие определенного рода способностей – рациональность, логичность, точность, способность к моделированию, быстрому переходу от абстракции к детализации и обратно. Учебный процесс, организованный с акцентом на точные, расчетные, математические, технические дисциплины, предлагает студенту соответствующие объекты рефлексии, связанные с объектами будущей деятельности, соответствующие мыслительные приемы и определенные ценности – в первую очередь, профессионализма, проявления приобретенных умений, как жизненные приоритеты.

Однако в условиях высоких требований, высокой сложности и напряженности обучения обучающимся приходится постоянно подкреплять свой статус реальными академическими достижениями. С этим способен справиться не каждый студент. Поэтому наблюдается явле-

ние поляризации рефлексий – либо личность принимает ценностные ориентиры, предлагаемые образовательной системой, либо ищет альтернативные возможности самоутверждения через протестные, провокационные проявления.

В психологическом плане основной ориентированный на практику вывод из результатов данного исследования состоит в необходимости создания специфических условий для развития рефлексивных способностей студентов разных направлений с учетом ее особенностей и стиля осуществления. Для студентов технических направлений существует потребность помощи в адаптации к учебной среде вуза, чтобы полюс позитивной профессиональной самореализации выбирался большей частью студентов и смягчались негативные дезадаптивные проявления. Эти задачи могут быть решены в работе центра психологической поддержки студентов. А также в организационных формах внеучебной социальной активности, спортивных мероприятий, деятельности волонтерского движения.

Список литературы

1. *Троянская, А. И.* Этика деловых отношений : учеб. пособие для вузов. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2017. – 180 с.

2. *Карпов, А. В*. Психология сознания: Метасистемный подход. – М. : РАО, 2011. – 1088 с.

3. *Троянская, А. И*. Рефлексия личности студента в условиях обучения по техническому профилю // Гуманитарное образование и наука в техническом вузе : сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Ижевск : Ижев. гос. техн. ун-т им. М. Т. Калашникова, 2017. – С. 190–194.

4. *Холодная, М. А*. Когнитивные стили. О природе индивидуального ума. – 2-е изд., перераб. – СПб. : «Питер», 2004. – 384 с.

5. *Мухина, В. С*. Личность: Мифы и Реальность (Альтернативный взгляд. Системный подход. Инновационные аспекты). – 5-е изд., испр. и доп. – М., 2017.

6. *Столяренко, Л. Д.* Психология : учеб. для вузов. – СПб. : Питер, 2018. – 592 с.

7. *Леонтьев, Д. А*. Методика предельных смыслов (МПС) : метод. руководство. – М. : Смысл, 1999. – 36 с.

В. Штоллманн, кандидат технических наук,
доцент «Кафедры лесной заготовки, логистики и мелиорации»
Тел. (+421) 455-20-62-90, e-mail: stollmannv@tuzvo.sk
Я. Моронгова, доктор философии
Словацкая библиотека для лесничества и деревообработки (SLDK)
Технический университет в г. Зволен, Словацкая Республика

Оценка сотрудничества между ИжГТУ имени М. Т. Калашникова и Техническим университетом в г. Зволен

Сотрудничество между Техническим университетом в г. Зволен и Ижевским государственным техническим университетом имени М. Т. Калашникова началась в 2012 г. С тех пор оно успешно развивается. В статье описаны достигнутые результаты и методы, использованные для их достижения. Акцент делается на академическую мобильность, особенно на мобильность студентов. Дальше – на совместную публикационную деятельность. В конце статьи предлагается рекомендация для дальнейшего развития сотрудничества на уровне университетов и на уровне государств.

Ключевые слова: академические мобильности; студенческие мобильности; летные школы; студенческие конференции; сотрудничество между университетами.

Сотрудничество между Техническим университетом в г. Зволен (TUZVO) и Ижевским государственным техническим университетом имени М. Т. Калашникова в Ижевске началась в 2012 г. Технический университет в Зволене был в это время соучредителем проекта, ориентированного на издание университетского учебника «Специализированные роботические системы». Координатором проекта был профессор П. Божек с факультета материальных технологий Словацкого технического университета в г. Трнава. Именно по его рекомендации принял участие в международной научной конференции EQ 2012 г., проходившей в ИжГТУ 20–22 февраля 2012 г. и кандидат технических наук В. Штоллманн. Это был первый исторический визит из Технического университета в ИжГТУ – начало успешного сотрудничества.

20 июня 2012 г. был заключен договор о сотрудничестве № R-361/82/2012/KLTM между бывшей кафедрой лесной заготовки и механизации и кафедрой мехатроники, факультета управления качеством. Лицами ответственными за выполнение соглашения стали Ю. Р. Никитин и В. Штоллманн. Заключение соглашения означало значительный толчок для развития взаимного сотрудничества. Сотрудничество меж-

© Штоллманн В., Моронгова Я., 2019

ды кафедрами в дальнейшем успешно развивалось. Постепенно оно расширялось на другие кафедры и факультеты. Специально мы хотели бы подчеркнуть сотрудничество с профессором М. М. Черныхом, на тот момент деканом факультета «Реклама и дизайн». Таким образом, первоначальное сотрудничество на кафедральном уровне перешло на университетский уровень.

Значительные достижения были отмечены в области мобильности студентов. В 2013 г., во время летних каникул, в Техническом университете проводилась летняя школа, в которой приняли участие 2 студента ИжГТУ – Е. П. Печерских и М. В. Клековкина. Программа была направлена на ознакомление с университетом, природой и культурой Словакии. Часть программы была связана с физическим трудом – обслуживанием спортивного центра *EKOMA*; таким образом была приобретена часть средств для финансового обеспечения мероприятия.

В следующий период, 2014–2017 гг., мы уже организовали только летние школы русского языка в ИжГТУ. Потому что именно знание русского языка мы считали наиболее важным для развития отношений между нашими народами и странами. Финансирование Летней школы русского языка (ЛШРЯ) было обеспечено за счет проекта, финансируемого Министерством образования, науки, исследований и спорта Словацкой Республики (MŠVVaŠ). Таким образом, Технический университет смог покрыть транспортные расходы для студентов – они путешествовали по воздуху в Москву и из Москвы в Ижевск поездом. Организационные расходы (проживание, питание, культурные мероприятия) покрывались за счет собственных средств студентов и бюджета ИжГТУ. Значит, затраты были разделены примерно на одинаковые части между Техническим университетом, ИжГТУ и студентами.

В Летней школе русского языка в отдельные годы учавствовало: в 2015 г. – 8 студентов, в 2016 г. – 6 студентов, в 2017 г. – 4 студента.

Интерес к участию в летних школах русского языка был велик. Помогло этому и продвижение мероприятия. С этой целью были организованы семинары «Возможности стипендий для русскоязычных стран». Семинары были организованы совместно со Словацким академическим информационным агентством (SAIA) и Словацкой библиотекой для лесничества и деревообработки (SLDK). В дискуссиях на семинарах принимали активное участие студенты, которые посещали Летнюю школу русского языка. Особенностью семинара в 2016 г. было то, что на нем лично присутствовала и И. М. Некипелова из ИжГТУ.

Можно сказать, что это событие внесло значительный вклад к преодолению языкового барьера наших студентов и для позитивного продвижения ИжГТУ, города Ижевска, Удмуртской Республики и Россий-

ской Федерации. Все студенты всегда возвращались домой полны положительных переживаний и впечатлений. Из всех ответов мы выбираем только один, опубликованный в журнале *TUZVO* № 3/2015: Ю. Дюрина (J. Ďurina): «Я могу сказать, что летняя школа русского языка 2015 г. была самым красивым и полезным для меня опытом. Если бы была такая возможность, я даже оттуда не уйду. В течение трех недель я поступил от уровня нуль до уровня, где я могу читать, понимать человека, что он от меня хочет, а иногда даже отвечать. Самым трудным было сломать языковой барьер, когда человек боялся общаться на том языке, который он не понимал. Но когда я это преодолел, я начал развивать свои знания в русском языке. Я поехал туда, чтобы изучать русский язык, узнавать культуру, а также получить объективное мнение о Российской Федерации. Я чрезвычайно благодарен за эту возможность, и из России я принес самое позитивное чувство, которое когда-либо мог. Я влюбился в русский народ, и я благодарен доценту Штоллманну за эту уникальную возможность».

Развитию студенческой активности способствовало участие в студенческих научных и профессиональных конференциях, организованных партнерским университетом. Из Технического университета участвовало на конференциях «Молодые ученые – ускорению научно технического прогресса в XXI веке» 11 студентов, в том числе два студента очно – Л. Дугас и М. Хлавачек (Ľ. Dugas и M. Hlaváčik). Из ИжГТУ учавствовало на студенческих научных конференциях, организованных в Техническом университете заочно 6 студентов ИжГТУ.

Составной частью академических мобильностей были и мобильности учителей. Со времени заключения договора о сотрудничестве до сих пор посетило Технический университет 11 работников ИжГТУ. Например, в 2014 г. университет посетил Ю. Р. Никитин, который среди прочего принимал участие в работе Государственной комиссии по защите дипломных работ. В 2016 г. приехала И. М. Некипелова на 1-й семестр преподавать русский язык, т. к. наш преподаватель русского языка ушел в отпуск.

Сотрудники университета регулярно учавствовали в международных конференциях *EQ* (*Education Quality*), организованных ИжГТУ. Так, на *EQ* 2017 были 3 выступления на конференции от сотрудников Технического университета. Развивалась также совместная издательская деятельность. Несколько публикаций было опубликовано в соавторстве. Вспомним издание вузовского учебника «Рекуперационные канатные учреждения» (V. Štollmann, Š. Ilčík, J. R. Nikitin), учебника «Устройства лесной механизации» (V. Štollmann, J. Slugeň, Š. Ilčík, J. V. Turygin, J. R. Nikitin, D. K. Čachov, M. Laciková). Из публикаций

более высокого качества еще отметим совместный патент на изобретение №. RU 2578044, пять статей в журнале Acta Facultatis Xylologiae Zvolen, который входит в базу данных Scopus.

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что практически все студенты технического университета, вернувшись из поездки по студенческому обмену, выразили интерес к возвращению в РФ и учебе там на русском языке. В этом есть огромный потенциал. Такой потенциал может быть проявлен приходом иностранных студентов, расширением русской культуры и языка, развитием отношений между заграницей и РФ на основе взаимопонимания.

На базе нашего опыта мы рекомендуем, чтобы на уровне министерств образования в наших странах была создана грантовая программа для финансирования таких мероприятий между университетами Словакии и РФ.

В то же время мы хотели бы выразить нашу убежденность в том, что отношения между нашими университетами будут продолжать развиваться. Мы поздравляем наш партнерский университет со знаменательной годовщиной 100-летия легендарной личности Михаила Тимофеевича Калашникова. Для нас большая честь, что мы можем сотрудничать с университетом, которому дно имя такого выдающегося человека!

M. Aiman Al Akkad, PhD, Assoc. Prof.
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
E-mail: aimanakkad@yandex.ru

Inclusion of Machine Learning Discipline in Higher Education Curricula

This paper focuses on the need for machine learning discipline to be taught in universities to cope with the society and market demand. It discusses the importance and peculiarities of machine learning as a discipline, considers the necessity of separating machine teaching from machine learning, and introduces the application of machine learning in education. Concluding that higher education institutions should develop their curriculums to prepare their graduates offering them the necessary skills to face the challenges of the work market, as nowadays the top wanted qualifications among graduates are those related to machine learning.

Keywords: Machine Learning; Curriculum; Discipline; Competency; Machine Teaching.

© Al Akkad M. Aiman, 2019

Introduction

How fascinating it will be if science could offer people the possibility to replicate themselves similar to what the *fork* system-call do in operating systems, where their copy could do things on their behalf, e. g., a teacher giving a lecture and his clone making shopping near Gorky park, with a clone of his close friend, or on the contrary. Here comes the role of artificial intelligence, in making *machine agents* or robots as smart as humans by giving them the ability to learn and make them *plug-and-play* components. Machines should start building their knowledge from philosophy the same like how humans started; therefore, we have to unify our knowledge. To obtain a complete description of the world we have to combine our theories, assumptions or set of constraints on what the world could be, with data [1]. Theories simplify our description of the world, and knowledge can be induced from data. The more general the learning algorithm, the better. Machines can learn and achieve better the goals we set them, when we teach them better. Therefore, we should not be afraid of intelligent machines but of bounded intelligence or machine stupidity. Machines will not replace us, they will help us for example to see better, using remote sensing, make useful explorations of the resources inside the earth, test ideas before adopting them, and make better decisions. So current jobs will be automated, can be done better, and replaced by more interesting ones. Learning algorithms can behave well when fed with the right and good data. Statistical packages can do linear regression and other simple procedures, but are limited in what they can learn, no matter how much data we feed them. People relay on their intuition when there is lack of facts, but when the evidence is available, machines based on data can lead to better decisions, in addition to that machines don't have emotions. What is needed something equivalent to the laws of logic used for deduction but for induction.

With machine learning, technological progress will speed up and will add to economic growth. Machine Learning will help to synthesize and distribute knowledge, and increase the intelligence of organizations. Stock-market crashes will be less. Using sensors and learned models, autonomous vehicles become a reality. As a result, our lives will be easier, happier, and more productive. Universities with cooperation with private and public sector bodies should engage in shaping this emerging future, extensively and fast; "doing this in two years will be too late" the director of a software leading company in Izhevsk said.

Prominence of Machine Learning

There are five main approaches in machine learning. The *symbolist* approach considers learning as manipulating symbols and combine different

pieces of knowledge to solve new problems, using inverse deduction. The *connectionist* approach compares the output in an artificial neural network with the desired one and successively change the connections between neurons in the layers to reduce errors and make the output closer to the desired value, using backpropagation. The *evolutionary* approach base learning on natural selection, using genetic algorithms, the same way how nature mates and evolves organisms. The *Bayesian* approach considers that all learned knowledge is uncertain, and incorporate new evidence into our beliefs, using probabilistic inference algorithms. The *analogizing* approach considers the key to learning is recognizing similarities between situations, using support vector machines, which figures out which experiences to remember and how to combine them to make new predictions. Each of these approaches encompass few methods and algorithms that are responsible for the great majority of machine-learning applications. For example, *Naive Bayes* learning algorithm can diagnose the condition of patients, better than doctors, and is widely used to learn spam filters. The *nearest-neighbor* algorithm has been used for handwriting recognition, controlling robot hands, and recommending movies. *Decision tree* learners can choose the next move in chess, and decide to dig for oil or sell a land.

These algorithms make assumptions, and are good for some tasks but not others. Instead of encoding knowledge into computers, we can extract it from data with low cost. Learning algorithms are quite capable of accurately predicting rare, never-before-seen events. Different algorithms do better on different problems. It is better, instead of trying hundreds of variations of many algorithms, we just had to try hundreds of variations of a single *universal algorithm*, if we figure out what's important in each one, and how they complement each other. Most systems fail not due to the limitations of machine learning but to the used models [3]. Machine learning is useful in improving decision quality, by using the right tools for the right task. Machine learning is widely used in recommendation systems, by looking at the activity history of customers, in spam filtering used by email service providers. Banks, insurance companies, and financial organizations have machine-learning models that alerts them to intervene at the right time to persuade their customers and suggest them new offers. These models observe the pattern of behavior by a user during the initial period and map it to the past behaviors of all users to identify those who will buy the product and those who will not. Natural language processing enables us to communicate with a chatbot successfully in a chosen language, while knowledge representation can help in finding information, making decisions, and planning. Automated reasoning uses the stored knowledge, maps information to answer questions and draw new conclusions. With the *deep-learning* break-

throughs in perceptual tasks, there has been an incredible effort to broaden the range of problems addressed by teaching machines to solve the problems. *Convolutional neural networks* reduce computational complexity and ensure translational invariance, trims the vast majority of connections between consecutive layers, but keeps the ones that carry the most useful information.

To make *smart machines* we need artificial intelligence software to make them smart enough to do things themselves; we need a software to do two main things, *control* and *perception*. Control to enable the machine or robot to make the right operation or motion, and let it try different strategies and learn from its own experiences. Perception to enable it see and understand the world around it. If we can make such smart machines to do things for us we will free up our time to use our *mental treasury* for higher endeavors than spending it in doing trivial things. In control engineering, usually some *inner control loops* have to behave in a predictable and desired manner with strict timing, but the *outer loops* have to decide what those predictable inner loops have to do; they had to provide reference points or reference profiles for the controllers in the inner loops to use them as inputs. Intelligent control algorithms can make good decisions but may fail because of some situation that did not appear in the training data. Machine learning is used to detect and extrapolate patters that will help adapt to new circumstances. Computer vision is the field that is used to *perceive* objects and analyze images to find features in those images, where robotic devices can manipulate and interact with their environment. In both control and perception to move the objects in space, planning, scheduling, and optimization are required, which means figuring ways to make decision plans or achieve specified goals, as well as analyzing the performance of the plans and designs. Self-driving vehicles are a good example of this. Recently Kalashnikov Izhevsk State Technical University began intensively to include courses of machine learning and data analysis in its curriculum, and to make research towards building smart systems, e.g., aesthetic quality assessment in images [5], and controlling complex objects in sophisticated situations and environments [6], using artificial intelligence and machine learning algorithms.

Decoupling of Machine Teaching

Learning algorithms were developed and improved for problems in which data is plentiful and statistical guarantees are sufficient. The field is now evolving toward addressing a larger set of simpler and more *transitory problems*. Therefore, we need to advance the discipline of machine teaching, and increase the number of individuals that can teach machines. Sepa-

rating the knowledge about machine learning algorithms from the process of teaching, increases machine-learning *models* and accelerates the process of applying machine learning algorithms [2]. The demand for machine learning models far exceeds the supply of *machine teachers* who can build those models. For building a machine-learning model, we need to collect data, write *labeling* guidelines, and contribute some labels, and examine the labels and check that the guidelines are correct and sampled examples are appropriate and adequate for the problem. The algorithms (e.g., convolutional neural networks), the architecture (e. g., number of layers), the objective function, the regularizers, the cross-validation sets, are selected by *machine learning experts*. Features adjustment, models training and deployment is the *engineers*' duty. The problems stem from the processes using machine learning, people's interaction and limitations, not from the machine-learning algorithm. Machine Learning duty is to improve the algorithms in deep learning, unsupervised learning, recurrent networks, convex optimization, and so on, while machine teaching is responsible for *version control*, *concept decomposition*, *semantic data exploration*, expressiveness of the teaching language, interpretability of the model, and making the teacher more productive at building machine learning models. The two disciplines are complementary and can evolve independently. Curriculum learning, for instance, could belong to the intersection between both a learning algorithm and teacher behavior.

Machine teaching solutions require one or more machine learning algorithms to produce models throughout the teaching process. Machine learning algorithms convert the teaching information to an instance of the functions available at runtime characterized by the *weights* in a neural network, the *means* in k-means, the *support vectors* in support vector machines, or the *decisions* in decision trees [1]. For each set of runtime functions, different machine learning algorithms may be available (e.g., *stochastic gradient descent*), each with its own set of parameters (e.g., history size, regularizers, k-folds, learning rates schedule, batch size, etc.) Machine teaching protects teachers from the need to understand the runtime function space, learning algorithms, and complexity of optimization. Current machine learning processes require multiple people of different expertise and strong knowledge dependency among them, there are no standards or tooling for versioning of data and models, and there is a strong co-dependency between problem formulation, training and the underlying machine learning algorithms. For machine teaching, the development of clear interfaces for services required for teaching, such as training, sampling and featuring, would enable independent teaching. A version control system could support managing the changes of the labels, features, schemas, and learners used for

building the model and enable reproducibility and branching for experimentation while providing documentation and transparency necessary for collaboration. Machine teaching applications will enable domain experts to build their own machine learning models with no machine learning knowledge. The role of the teacher is to *transfer knowledge* to the learning machine so that it can generate a useful model that can approximate a *concept* that maps an example to a label value. Knowledge transfer includes example *selection*, *labeling*, *relationship* between labels, *featuring*, and *concept decomposition*. Every concept is a computable function of a representation of examples. Selection is the process by which teachers gain access to an example that exemplifies useful aspects of a concept. A label is a pair of (example, concept value) created by a teacher in relation to a concept. A generic feature is a set of related feature functions. Decomposition is the act of using simpler concepts to express more complex ones. The machine teaching process does not require the skills of a machine-learning expert or data scientist. Machine teachers use their domain knowledge to pick the right examples and counterexamples for a concept and explain why they differ, through an interactive information exchange with a learning system.

Among the domain experts, we will find the large population of machine teachers who will increase the number of machine learning models used to solve problems. We can transform domain experts by making a universal machine teaching language. A key characteristic of domain experts is that they understand the *semantics* of the problems. If a problem's data does not need to be interpreted by a machine teacher, where labeled data is abundant or practically limitless (e.g., computer vision, speech understanding, genomics analysis, prediction, financial forecasting), feature selection using cross validation can be used to arrive at a good solution. There are many problems where machine teaching is the right approach, in which *unlabeled data* is plentiful and domain knowledge to articulate a concept is essential. By enabling domain experts to teach, we will enable them to apply their knowledge to solve directly millions of problems. The teaching tool should provide the teacher with all that is needed to build models effectively. A universal teaching language and a machine teaching process can be proposed without the need to rely on specific machine learning algorithms.

Machine learning in education

Machine learning by analyzing the data students generate while interacting with a learning system provides *statistical models*, which enable us to find ways to help the student, *optimize lessons*, find the probability distributions of seemingly unseen processes, devise *reward programs* that help students to learn in a better way. A major benefit of machine learning is its

ability to *predict student performance*, and suggest ways to make them improve. It will help in reviewing learned material to optimize retention, *personalize learning* based on interests, use *natural language processing* of articles to highlight key points or even to generate quiz questions. Also, enable us to track the skills and progress in relation to peers, understand students strengths and weaknesses in group projects or team balance, and track the learning skills and progress using analytics. Provide assessments feedback to teachers, students and parents about how the student learns, the support he needs, and grade students fairly by removing human biases. We are beginning to see machine learning starting to assess *hand written test*.

Machine learning also makes it possible to customize learning for each student in the classroom. Teachers will be able to use the data to see which students need additional assistance, and suggest meaningful learning tools for each student, and organize content more effectively. It is not possible for a teacher to understand the peculiarity of each student while focusing on the course. ML tools can help make global classrooms available to all including those who speak different languages or who might have visual or hearing *impairments*. Presentation translator is a free plug-in for PowerPoint that creates subtitles in real time for what the teacher is saying. This also opens up possibilities for students who were not be able to attend classes, using *augmented reality* and *avatars*. As AI steps in to automate admin tasks, it opens up more time for teachers to spend with each student. There is much potential for AI to create more efficient enrollment and admissions processes. Applications for education are being developed including *AI mentors*, *smart content* and a new method of personal development for educators through virtual global conferences. As we discover more ways to utilize machine learning in the classroom [4], we are finding more ways to improve education.

Conclusion

Machine learning experts can modify algorithms or architectures to improve performance, data scientists and analysts analyze *big data*, detect trend and correlations, and train machine learning models on existing values. Domain experts understand the *semantics* of problems and can provide examples and explain the difference between them. The machine teaching process includes the *decomposition* of concepts. Machine learning started changing what the future might look like in education, where machines and teachers can work together to help students to learn better and give the best outcome. Some jobs will be lost over the next decade as the result of artificial intelligence and technology, and many new jobs will be created. So the

need for AI educated students will be escalated and it is time to make our future generation prepared for it.

References

1. *Vapnik, V*. The Nature of Statistical Learning Theory // Springer science and business media. – 2013.

2. Structured labeling for facilitating concept evolution in machine learning / T. Kulesza [et al.] // ACM. – 2014. – 3075–3084.

3. *Domingos, P*. The Master Algorithm // Basic Books. – 2015.

4. *Swamynathan, M*. Mastering Machine Learning with Python in Six Steps // Apress. – 2017.

5. *Gazimzyanov, F*. Developing an automated system for evaluating 2D-image compositional characteristics // F. Gazimzyanov, M. A. Al Akkad. – Vestnik. – 2017.

6. *Ibrahim, I. N*. Collision free 3D navigation algorithms and their implementation in an autonomous flying robot / I. N. Ibrahim, K. Almagout, M. A. Al Akkad // 3rd international IEE forum, Kalashnikov ISTU, 2018.

V. P. Grakhov, Dr. of Economics, Professor, Rector
Yu. G. Kislyakova, PhD in Education, Associate Professor
Head of the "Industrial and Civil Engineering" Department
U. F. Simakova, Senior Lecturer
of the "Industrial and Civil Engineering" Department
Z. S. Saidova, Assistant
of the "Industrial and Civil Engineering" Department
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
Tel. (3412) 77-60-55, доб. 3256, e-mail: kafedra.pgs@mail.ru

Inclusive Education in Kalashnikov Izhevsk State Technical University

This article raises the question about education of people with disabilities in higher technical education institutions. Provided an example of the implementation of an inclusive approach in education at Kalashnikov Izhevsk State technical university.

Keywords: inclusive education; persons with disabilities; educational project; social adaptation.

In the formation of the innovative economy of the Russian Federation and its competitive environment, the education system must ensure that the

© Grakhov V. P., Kislyakova Yu. G., Simakova U. F., Saidova Z. S., 2019

knowledge and skills obtained meet rapidly changing requirements of the society and economy, engineering and technology, the development of personal initiative and human adaptability, which expands its ability to generate ideas and create innovative products.

The development of an inclusive approach to education is one of the main priorities of the state educational policy. It ensures the realization of the right of citizens to receive high quality education and social integration, which is an important factor in the sustainable development of society.

Inclusive education is a term used to describe the process of teaching students with special needs in general education schools, where they are included in the education process and taught together with their peers that do not have any disabilities.

Kalashnikov Izhevsk State Technical University is the only university in Udmurt republic that implements an inclusive education for hard-of-hearing students in high school.

This project in the new economic conditions is highly relevant and contributes to the solution of the following problems:

– social adaptation and improvement of the quality of life of young people with disabilities;

– providing the possibility for young men and women with disabilities to get engineering and technical education in their region;

– providing the employment of young people with disabilities;

– training of labor force for specific industrial enterprises of the Udmurt Republic and the Russian Federation in general.

The main purposes are the following [1]:

– to improve the conditions of inclusive higher technical education for the hard-of-hearing students;

– to improve the quality and effectiveness of practice-oriented training of specialists and deepen connections between organizations and skilled workers;

– to help young men and women fully adapt to the external social environment, and to prepare qualified specialists in the field of “Mechanical Engineering Technology”.

The ISTU project on the development of inclusive education for young people with hearing disabilities has found support in the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation and moved out to the international level. ISTU participates in the UNESCO program (in the field of education of girls and women). We present a project for teaching hard-of-hearing students in the field of STEM education.

The activities of UNESCO are designed to provide education to everyone, at all levels and throughout life, because it plays a major role in the

formation and development of students' personalities and economic welfare and strengthening social relations.

Two boarding schools for children with hearing disabilities at the age from 7 to 17 years are located in the Udmurt Republic. They teach deaf and hard-of-hearing students. After graduating these boarding schools, young people have poor skills to adapt to real social conditions.

A Center for Inclusive Education was created in Kalashnikov Izhevsk State Technical University as a part of the implementation of the state program "Accessible Environment".

Education of hard-of-hearing students at Kalashnikov Izhevsk State Technical University was initiated by Udmurt branch of the All-Russian public organization of persons with disabilities "All-Russian Society of the Deaf", Joint-Stock Company Kalashnikov Concern and the university itself.

Nowadays, the key to successful development of innovative enterprises is the competitiveness of their products – both in the Russian and global markets.

For successful development, such enterprises urgently need specialists who can create competitive products on their own, with minimal time and material expenses.

Formation of professional competencies requires close cooperation between enterprises and the university through practice-oriented training, which corresponds to the introduction of the concept of "University 3.0", involving the creation of an integrated educational, research and business environment within universities [2].

Together with the potential employer – the Joint-Stock Company Kalashnikov Concern, ISTU teachers developed and adapted a curriculum for hard-of-hearing students, and signed cooperation agreements.

A group of hard-of-hearing students began their studies at ISTU in the 2015–2016 academic year in the field of "Design and technological support for machine-building industries", Mechanical Engineering department.

Since 2016, the recruitment has been carried out on an initiative basis with the support of the All-Russian Society of the Deaf, Concern Kalashnikov and other leading enterprises of Udmurtia.

Currently, 50 students are enrolled in this program.

Industrial practice plays an important role in the educational process. It is held directly at the "Kalashnikov Concern" enterprise. Under the guidance of experienced specialists, students receive comprehensive knowledge and skills, get involved in research activities, create their own innovative projects, thus upgrading their skills of scientific work and becoming a part of the social environment of the enterprise.

ISTU today is not only a socializing, but also a socially adapting link for students with hearing impairments.

ISTU teachers for hard-of-hearing students have developed and actively used elements of e-learning and multimedia courses in the educational process.

For the implementation of e-learning in Kalashnikov Izhevsk State Technical University a special distance education server was launched. It is run on Moodle - open and most popular platform in the world for creating and conducting distance learning courses.

Using an electronic server allows students with disabilities to access educational materials not only during classroom hours, but also at any convenient time, regardless of location, wherever there is Internet access (at home or in a dormitory), to acquire the necessary knowledge and skills in the same volume as ordinary students.

Three sign language interpreters and one tutor are involved in the education process. Fifteen teachers, that work with this category of students, took advanced training courses.

The introduction of an inclusive approach in Kalashnikov Izhevsk State Technical University has a purpose of improving work in the field of teaching persons with disabilities, expanding their rights to choose the place and form of education, creating conditions for equality of education for all categories of students and the bringing tolerance in the education system and in society as a whole [3].

All this requires serious preparation and, therefore, the renewal and development of the material and technical base of the university, including the involvement of the resources of the basic and customer organizations.

All necessary conditions to ensure accessibility for students with disabilities were created in Kalashnikov ISTU. For example, ramps with handrails, tactile signs, a call button for an employee responsible for receiving persons with disabilities are installed at the entrance to the academic buildings.

Classrooms for hard-of-hearing students are equipped with the necessary equipment, including individual FM-systems, a system of visual display of information. Since 2017, lecture halls are equipped with an induction system.

Educational and Scientific Center “Energomash”, where hard-of-hearing students are trained, has several multimedia classes that are equipped with personal computers with access to Internet, projectors, interactive boards, up-to-date software, numerical control (CNC) machines.

All the above listed modifications require large investments. The University has already invested 12 million rubles from ISTU funds in the development of the “Center for Inclusive Education”.

The university does not isolate students with special needs from student life, but rather actively involves them in this life.

Hard-of-hearing students, together with everyone, participate in student activities at ISTU. We can see them on the stage of the "Integral" culture center dancing and even singing. They take part in sports competitions, tourist meetings and academic competitions, where they win prizes. For example, in the competition of professional skills - First University Qualifying Championship in WorldSkills standards.

Project results:

1. Social adaptation of hard-of-hearing students. Further engineering education allows these young people to have a permanent high-paying job and be independent of their so-called limited opportunities, get complete economic independence and autonomy.

2. Keeping young people in the Udmurt Republic.

3. Improving the quality and effectiveness of practice-oriented training of specialists, improving relations of skilled workers and employing organizations.

4. Training of labor force for industrial enterprises of the region. In particular, training of specialists in the field of mechanical engineering for the JSC Kalashnikov Concern. Previous experience proved that loyalty to their enterprise is among many other advantages of such specialists.

Coming to the production line, such graduates keep working there for very long terms, while climbing the career ladder. Therefore, industrial enterprises of the Udmurt Republic are willing to accept such specialists.

5. Improving the competitiveness of the university in the global educational environment, improving the social status of the university.

6. The impact of the project on the development of the university is the improvement of the material and technical base, the advanced training of the teaching staff, and the quality of education [4].

Thus, educational institutions are an important living space for young students with disabilities. The more comfortable conditions for learning are created in universities, the more successful each student becomes. As the amount of knowledge and practical skills increase, he/she gets more chances of becoming a full-fledged person and taking a worthy place in modern society.

References

1. *Fell, E. V.* Disability and career building in science, technology, engineering and mathematics / E. V. Fell, N. A. Lukyanova, L. V. Kapilevich // Science and Education. Bauman MGTU. – 2016. – № 07. – Pp. 352–360.

2. Regulations on the “Center for Inclusive Education” Kalashnikov ISTU.

3. *Kolesnikova, L. N.* The use of new educational technologies and modern technical solutions for inclusive education in higher education institutions // Innovations in education: electronic scientific publication: a collection of materials of the scientific and methodical conference of teachers and employees of Kalashnikov ISTU, Izhevsk, March 13–31, 2017. – Izhevsk : INNOVA, 2017. – 233 p.

4. *Melnichenko, D. V.* They do not hear, but they want to be professionals in their field // Mechanics – the newspaper of students, teachers and employees of Kalashnikov ISTU. – 2017. – № 1-2 (151-152). – Pp. 8–10.

G. A. Blagodatsky
M. M. Gorokhov
Institution Affiliations, Research Institute
of the Federal Penitentiary Service of Russia
S. V. Vologdin
D. A. Perevedentcev
Institution Affiliations, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
E-mail: sys2005@mail.ru

Artificial Intelligent Algorithm of the Knowledge Base Training of the Expert System in a Poorly Formalized Problem Environment

The development of a mathematical algorithm for the self-learning of the expert system (ES) for the management of science-intensive projects for the creation of complex technical objects is considered. ES training occurs by optimizing the knowledge base rules using machine-learning methods. This will increase the effectiveness of decision support in the implementation of science-intensive projects and the adaptation of the recommendations of the ES on the request of the decision-maker. Based on the analysis and markup of the available data, as well as the formulated requirements for the algorithm, the algorithm of regression and classification (CART) trees is chosen because of its high speed and the possibilities of formalizing the obtained dependencies in the format of production rules. In accordance with the requirements set, the training parameters were determined and the efficiency of the algorithm for classifying scientific projects for a given number of classes and for formulating new dependencies of the knowledge base was checked. A general scheme for processing the user's request with the described functionality of the intelligent module is presented. Calculation of the efficiency of data processing of high technology projects based on the developed algorithm showed an increase in the speed of obtaining a management decision and informative.

Keywords: knowledge base optimization; machine learning; decision trees; data analysis.

© Blagodatsky G. A., Gorokhov M. M., Vologdin S. V., Perevedentcev D. A., 2019

Introduction

High technology projects implementation process of the complex technical objects, large volumes of heterogeneous and distributed data are often created and used; this information load makes it difficult not only to effectively use the accumulated data and knowledge, but also to understand the characteristics of the development of the project itself.

To solve this problem, scientists offer various methodological approaches to reducing the level of uncertainty of knowledge-intensive projects, for example: analysis of knowledge of experts and stakeholders (Caron F. (2015)), analysis of organizational structure, staff and information resources of the project (Kerzner H. (2015); Burke R., Barron S. (2015)), critical chain planning and principles of the theory of constraints according to the subject area of the project (Yuan Q., Polychronakis Y. E. (2012); McLain D. (2009)), analysis of the social network and project links (Chinowsky P., Taylor J. E. (2012)).

At different times, models for the analysis of projects of complex technical systems were proposed. Takenberg S., Dukwitz S., and K. Schlick proposed a design engineering approach based on process and actor-oriented models (Tackenberg S., Duckwitz S., Schlick Ch. (2010)). Bukhin E. and Rozens H. (Bukchin Y., Rozenes Sh. (2011)) developed a multi-purpose optimization model for choosing a solution for implementing a project from a set of alternative options. In (Muhlemann A. P., Lockett A. G., Gear A. E. (1978)), examples of solving problems of project optimization in various situations are given on the basis of the structure of the decision tree constructed by the authors in time, called the “project tree”. The authors of (Daradkeh M. (2017), Lippe S., Brocke J. (2016), Gorog M. (2011)) proposed graphical structures for representing knowledge about the project on the basis of a thematic and situational analysis of the life cycle. In (Liu Q., Geng X., Dong M., Ye Ch. (2017)), an optimization model of the planning task for project management processes with the constraints of several executive modes, multi-profile staff and priority of tasks is presented.

It should be noted that the modeling and management of knowledge-intensive knowledge-based projects is used in many fields of activity: the development of transport infrastructure (Sarkar D. (2011); Jia J., Yang K., Yang L., Gao Y., Li Sh. (2018)), construction (Salari M., Aria H. A., Dehabadi M. M. A. (2017); Fengjie T., Lahmer T. (2018)), the introduction of lean manufacturing methods (Ballard G., Tommelein I. (2012)), electricity generation (Malekpoor H., Chalvatzis K., Mishra N., Mehlawat M. K., Zafirakis D., Song M. (2018)), the development of strategies humanitarian lo-

gistics (Li Sh., Teo K. L. (2018); Roben S., Ottjes J. A., Lodewijks G., Dool A. (2010)).

The urgency of developing special systems for intellectual processing of such data is confirmed by all the new research in this field. Thus, in (Zarate P., Liu Sh. (2016)) the classification of knowledge-based decision-support (KBDSS) is classified into three categories: modeling and knowledge representation technologies, reasoning and reasoning technologies and web technologies, and recommendations for their application as service systems. In particular, the paper (Shi L., Newnes L., Culley S., Allen B. (2017)) proposed an automatic model and analytical approaches to learning and forecasting the characteristics of projects, in (Quaglio M., Fraga E. S., Cao E., Gavriilidis A., Galvanin F. (2018)) a model method for classifying new facts of various engineering systems is presented based on the intellectual analysis of the data estimates for the parameters of these systems, the authors of the study (Xing H., Huang S.H., Shi J. (2003)) describes a new approach to acquiring knowledge for the rapid development of expert systems, based on the use of linguistic rules, compatible with heuristic expert knowledge.

In (Sakama C., Inoue K. (2003)), the importance of the adductive approach to the formation of new knowledge is shown, as it relies on the search for explanatory hypotheses that are confirmed and substantiated by new relevant facts registered by the system. Within the framework of this approach, the effectiveness of the decision tree algorithm is shown for the training of intelligent systems (Goussies N.A., Ubalde S., Mejail M. (2014)).

These circumstances significantly influenced the decision-making processes, which are increasingly based on advisory systems, develop approaches to the formation of expert solutions with collaborative filtering solutions, which are modeling confidence in the context of incomplete data (Gohari F.S., Aliee F.S., Haghighi H. (2018); Herlocker J.L., Konstan J.A., Terveen L.G., Riedl J.T. (2004))

Thus, formally, the content of the decision-making problem can be represented as follows: in the context of a problem situation (N), characterized by a set of parameters ($p(n)$), available time (t) and available experience and knowledge to solve problems (Q), it is necessary to specify the set (P), the available technological and technical constraints (U), select the solutions (Y) based on the assessment of the correspondence of their parameters ($p(y)$) of the given situation, then according to the decision choice algorithm (K) and the person's preferences th solution (F) to find the optimal solution ($Y(n)$).

In general, the following model describes the decision problem:

$$\left(N,\ \mathrm{p}(n),\ \mathrm{t},\ \mathrm{Q},\ \mathrm{P},\ \mathrm{U},\ \mathrm{Y},\ \mathrm{p}(\mathrm{y}),\ \mathrm{K},\ \mathrm{F}\right)\rightarrow \mathrm{Y}(n), \tag{1}$$

From the presented model (1) it is evident that the increase in the efficiency of the process of management of high technology projects is possible due to timely information and technical support based on the accumulated experience, thereby creating a synergetic effect by building and updating special functional links within the knowledge base of an automated computer system.

The developed software package "UNIProject" is an information and analytical system for the evaluation and selection of high technology projects, which is a set of databases, accounting, analytical and intelligent modules, as well as an interface with the user, the technological scheme of this system.

UNIProject Data Base "IProject" (Blagodatsky and Perevedentcev, 2016) consists of ARM1 is an automated place for a specialist, ARM2 is an automated place for an employee, ARM3 is an automated expert site, DB1 is a database of users, DB2 is a database of projects, DB3 is a database of contests, DB4 is a database of bid requests for contests, fuzzy logic, BZh – knowledge base for expert recommendations, HCD – document storage, CD – data storage, AM – analysis module, MU – project accounting and change module, EM – expert advice generation module, MIA – validation module and filter and data MPO – project appraisal calculation module MRPr – projects ranging module MAPr – Project Analysis Module, MMOb – unit machine learning system.

The intellectual core of the system is a module of expert recommendations, which is available on the analysis and selection tab of projects and has a dialog box for entering query parameters. Upon the input, an automatic selection of projects is made by superimposing a given parametric space of the competition for the parametric space of all projects in the database.

In the main window there are list of projects corresponding to the query, as well as their estimated estimates (Quaglio M., Fraga E. S., Cao E., Gavriilidis A., Galvanin F. (2018)). At the same time, each project based on the developed knowledge base automatically receives the recommended management decision to work with it within the selected contest; the information panel on the right gives recommendations on the results of analysis of the project status and the results of previous applications, according to the developed algorithms (Xing H., Huang S.H., Shi J. (2003)). From the presented window of the system, if necessary, it is possible to go to the in-

teractive multidimensional analysis of selected projects or to search for other options.

Thus, the architecture of the software complex unites the subsystems of operational work with projects, their multidimensional analysis and expert module, which realize a wide range of decisions and procedures necessary for improving the quality of organization, promotion and implementation of high technology projects into a single information space.

The quality of this system, like any ES, is determined by the size and relevance of the knowledge base used to make recommendations, therefore support for decision-making under dynamic conditions in which scientific and technical systems operate, places high demands on the adaptability and functional development of the decision support system. However, attracting experts to expand and adjust the knowledge base of ES in accordance with new data in this case is inexpedient, today this problem is effectively solved using the algorithms of machine learning.

Thus, the subject of this article is the research and solution of the scientific and technical problem of actualizing the basis of the rules of the expert system with the use of modern technologies of mathematical modeling and computational experiment.

Methodology of research

Before proceeding to the selection of the learning algorithm, we will describe the data set and perform its markup, this is necessary for setting the requirements for the algorithm.

As attributes of these projects, let's take their design characteristics as the overall project estimate (Y), the index of realization possibility (Ik), and the level of completeness (Q) (Quaglio M., Fraga E. S., Cao E., Gavriilidis A., Galvanin F. (2018)), and since they built a knowledge base for a recommendation on the status of the project and its prospects, this the most dynamic and open to edit part of the ES. Therefore, to automatically update this knowledge base, you need a data search algorithm that allows you to extract rules from the database in a language that formalizes new knowledge in the if-then rules of this knowledge base.

The data of the projects participating in the republican exhibitions-sessions of student innovation projects held by ISTU 2012–2017 collected through the developed questionnaire.

Since within the framework of this competition, the submitted projects are 4 types. They are:

(1) class A – projects that received first place, or a diploma of the first category in any nomination;

(2) class B – projects that received the second place, or a diploma of the second category in any nomination;

(3) class C – projects that received the third place, or a diploma of the third category in any nomination;

(4) class D – projects that did not win.

At the same time, the analysis of expert assessments shows that the project estimates in the allocated classes were distributed on the average in the following order (Table 1), here we will also present the relevant recommendations of the ES and the number of objects of each class.

Table 1. **Description of the structure of the sample of projects**

Class	Expert rating	Description (ES recommendations)	Entering class condition	Number of observations
A	$x >= 8,10$	Has a high potential for implementation	1st place / received a diploma of 1 category	28
B	$7,15 = < x < 8,10$	Perspective project	2nd place / received a diploma of 2 categories	28
C	$6,22 = < x < 7,15$	Has a scientific / commercial potential	3rd place / received a diploma of 3 categories	28
D	$x < 6,22$	Should be work through	Nothing won	416
Итого:				500

Thus, a marked data set with unequal classes is obtained; its structure is shown in Fig. 1.

Figure 1 shows that the selected parameters make it possible to clearly distinguish 4 classes of projects, this will positively affect the effectiveness of their formalization.

Given the diversity and large number of tasks to be solved, the algorithm has high requirements for the speed of implementation and the amount of memory used.

All of the requirements presented to date are most fully met by the algorithm for building a decision tree, also known as classification trees and regression trees (CART). This algorithm assumes a data analysis mechanism that allows to identify regularities and present them as a hierarchical and sequential structure consisting of decision nodes based on the collected

data and a set of given variables, and also to present new knowledge about cause-effect relationships in a form accessible to experts in the process of assigning the objects of analysis to one of the given classes (Roben S., Ottjes J. A., Lodewijks G., Dool A. (2010); Kumar A., Sarkar B. K. (2017)).

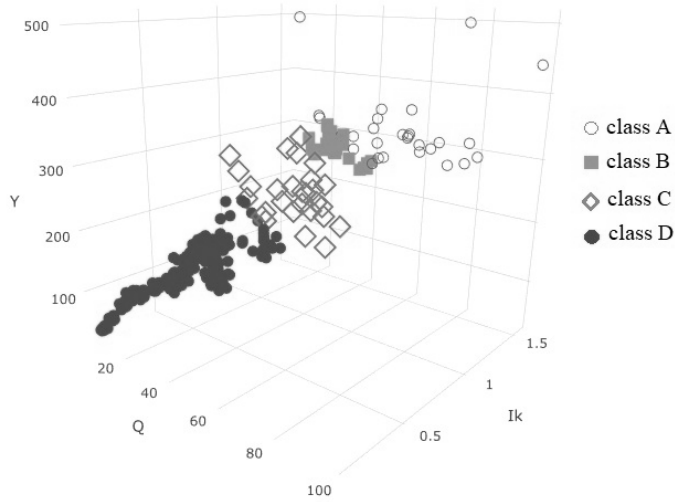


Fig. 1. Visualization of the marked data set.
White is A-class, yellow – B-class, green – C-class, red – D-class

The data structure underlying the decision trees is simple and does not require large processing power to traverse this structure, since information about the data is stored in a compact form. This data mining algorithm is especially well suited for formalization of templates in data, so they eliminate the problem of mass processing of information in real time (Roben S., Ottjes J. A., Lodewijks G., Dool A. (2010)).

For the following description, we introduce the basic concepts from the theory of decision trees:

a) Object – example, pattern, observation, point in the space of attributes;

b) attribute-attribute, independent variable, property of the object;

c) Class label - dependent variable, target variable, attribute defining the class of the object;

d) The node is the internal vertex of the tree, the condition testing node;

e) The leaf is the terminal vertex of the tree, the decision node;

f) Check-condition in the node.

Building a decision tree refers to the class of training with the teacher, that is, the training and test samples contain a set of marked data. The evaluation function used by this algorithm is based on the idea of reducing uncertainty in the decision node, that is, the data structure is constructed in such a way that in each node of the tree there are as many examples of one class as possible and as few as possible of all the others that are often associated with the concept entropy and is expressed in the splitting criterion (Li Sh., Teo K. L. (2018)).

Another issue that is relevant for all heuristic algorithms, determining the optimal level of data description, in particular for the decision tree is the size of the final tree. So, a little branched tree may not reflect a part of the information important for research on the sample space, on the other hand - too detailed tree can load the knowledge base with excessively detailed and insignificant rules. Therefore, it is difficult to determine when the algorithm should stop building up internal nodes, because it is impossible to predict which node addition will most significantly reduce the uncertainty in the data structure.

Thus, in order to implement the algorithm, it is necessary to determine its two main parameters:

(1) Describe the criterion for selecting an attribute for splitting objects into subsets;

(2) Establish the criterion for stopping the construction of the tree.

The choice of attribute for splitting a set of objects as already noted is determined on the basis of information gain (IG), which measures the expected decrease in entropy. Let the set of elements T, some of which possess property A, be classified by all possible values of this attribute c, having possible values, and then the growth of information is defined as (1).

$$\text{Gain}(T, A) = Entropy(T) - \sum_{i=1}^{a} p_i Entropy(T_i) , \qquad (1)$$

where: T is the set of elements (the data set), A is the attribute, T_i is the set of T elements on which the attribute A is a, c is the possible values of the attribute, p is the proportion of the elements of the attribute T_i that takes on a certain value in the entire set of elements T.

This formula expresses the increase in information in the form of the total entropy of the set, but after subtracting the entropy of the subsets created as a result of the partition (Roben S., Ottjes J. A., Lodewijks G., Dool A. (2010)).

The concept of entropy is most fully developed in the CART (Classification and Regression Tree) method and formalized in the Gini index. This

method implements the binary classification, each vertex $v \in V$ is assigned the condition $c(v) \geq I$, and each terminal vertex $v \in V$ is assigned the class name $rv \in Y$. When the object $x \in X$ is classified, it passes through the tree from the root to some leaf.

If the data set T contains data of n classes, then the Gini index is defined as (2).

$$Gini(T) = 1 - \sum_{i=1}^{n} p_i^2 , \tag{2}$$

where: p_i – is the probability (relative frequency) of class i at T. If the set T is divided into two parts T_1 and T_2 with the number of examples in each N_1 and N_2 respectively, then the quality index of the partition will be (3).

$$Gini_{split}(T) = \frac{N_1}{N} Gini(T_1) + \frac{N_2}{N} Gini(T_2) . \tag{3}$$

Thus, when constructing a decision tree using the CART method, a branching scenario is identified, in which the Ginisplit(T) value is minimized as much as possible.

The presented splitting mechanism can be described as the following procedure:

(1) We calculate the entropy of the initial set $Gini(S)$:

(1.1) if $Gini(S) = 0$ then all objects of the initial set are belong to the same class, save this class as a leaf of the tree;

(1.2) if $Gini(S) \neq 0$, then we go through all the elements of the original set, select the k -th tag f_k with the set of values $X(k)$, on the basis of each element, generate a predicate of the form $x_{i1} \leq c < x_{i2}$, where c - a certain threshold that is most often chosen as the arithmetic mean of two adjacent ordered values of the learning sample variable and dividing the original set into two subsets.

(2) We calculate the value $x_0(k) \in X(k)$ of the gain of certainty, while this value is determined for all characteristics f_k, $k = 1,\ldots, m$, so that the measure of uncertainty of Ginisplit is minimal, i.e.:

$$x_0^{(k)} = \arg \min_{f_k, x^{(k)} \in X^{(k)}} Gini_{split}(T, X^{(k)}) , \tag{4}$$

the predicate found is part of the decision tree, it is stored, and the original set is divided into two subsets, according to the selected received condition;

(2.1), this procedure is performed recursively for each resulting subset until the stop condition criterion (Shi L., Newnes L., Culley S., Allen B. (2017)) is reached.

Another important parameter of the chosen algorithm is the stopping criterion when building a tree. If we allow the tree to be built only until it reaches the level at which all elements belong to the same class (Gain(T) = 0), this will allow the decision tree to be completely adapted to the training data sample, then the derived rules will be too long and clear, in In this case they say that the tree is "over trained".

Restricting a tree means removing nodes that do not provide additional information, for this you can use one of two possible strategies:

1) a set of procedures that automatically set the tree size, for example, the minimum cost-complexity tree pruning (Li Sh., Teo K. L. (2018));

2) to increase the tree to a certain size in accordance with the parameters of learning stop specified by the user, the following are often used:

a) limitation of the depth of the tree, in this case there is a risk of decreasing the accuracy of the classification, so it is recommended to use clipping instead of stopping;

b) specify the minimum number of examples that will be contained in the end nodes of the tree, i.e. Branching continues until all the end nodes of the tree are clean or contain no more than a specified number of objects.

Results

Provided that during the classification all objects must be broken strictly into 4 classes and have a set of conditions sufficient for the formalization within the same rule, so that the knowledge base does not grow and at the same time contain only the actual rules, the most acceptable is to set a minimum number of examples, this saves system resources, and in this case it is possible to adjust its value and thus obtain the required level of detail in the knowledge base rules.

In this case, the classification is made more than 2 classes, ROC-analysis is practically not applicable, so we will limit ourselves only to metrics of accuracy (precision) and completeness (recall), which are widely used in evaluating the efficiency of information extraction algorithms.

Usually, when optimizing the parameters of the algorithm, one metric is used, the improvement of which is expected on the test sample. It is this metric that is the F-measure, which is the average harmonic precision and recall.

$$F = (\beta^2 + 1)\frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\beta^2 \times (\text{Precision} + \text{Recall})}. \quad (5)$$

If priority is given to accuracy, β takes values in the range {0; 1}, and if it is complete for $\beta > 1$. When $\beta = 1$, the formula gives the same weight of accuracy and completeness, the so-called balanced F-measure.

We divide the data set into a training and test sample in relation to 80% by 20% and, using the described metrics, we will calculate a balanced F-measure at a different level of the stopping test criterion.

An acceptable level of efficiency of the algorithm is the one in which it is possible to formalize a complete set of rules with a slight deviation from the maximum level of accuracy. From Fig. 2 we see that the most critical drop in the efficiency of the algorithm occurs at the level of the criterion for stopping learning in 5% of the objects of each class.

Thus, the choice of the level of the stopping criterion equal to the presence of at least 4% of the objects in each class, with a slight decrease in the accuracy of classification, allows us to obtain the optimal structure of the decision tree for its formalization, so we can adopt this value for the stoppage criterion. The resulting decision tree for the selected stopping criterion is shown in Fig. 2.

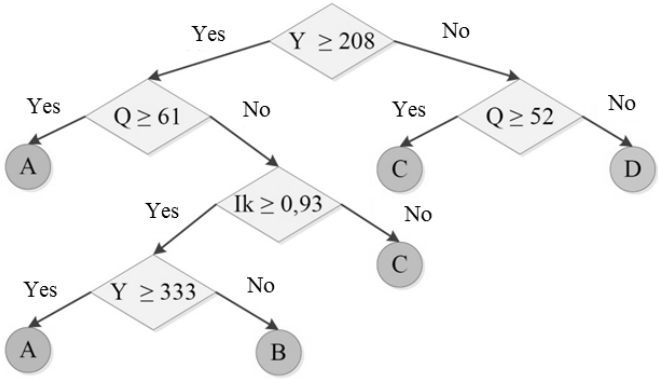


Fig. 2. The structure of the decision tree at different levels

In this case, the rules will be added to the knowledge base:

(1) if $Y \geq 208$ and $Q \geq 61$, then the project has a class *A* (ES recommendation: the project has a high implementation potential);

(2) if $Y \geq 333$ and $Q < 61$ and $I_k \geq 0.93$ then the project has a class *A* (recommendation of the ES: the project has a high implementation potential);

(3) if $208 \leq Y < 333$ and $Q < 61$ and $I_k \geq 0.93$ then the project has a class *B* (recommendation of the ES: a prospective project);

(4) if $Y \geq 208$ and $Q < 61$ and $I_k < 0.93$, then the project has a class *C* (recommendation of the ES: the project has a scientific / commercial attractive);

(5) if $Y < 208$ and $Q \geq 52$, then the project has a class *C* (recommendation of the ES: the project has a scientific / commercial potential);

(6) if $Y < 208$ and $Q < 52$, then the project has a class *D* (recommendation of the ES: the project is not finalized).

Based on the results of the analysis, the algorithm for training the expert system is implemented, which allows expanding the knowledge base on the basis of new data on the dynamics of development of projects and the results of its participation in competitions, each new rule is stored in the knowledge base until an excluding rule is added.

The scheme for processing the query, taking into account the algorithms for calculating the evaluation and selection of projects (Quaglio M., Fraga E. S., Cao E., Gavriilidis A., Galvanin F. (2018)).

In the absence of detailed statistics on the results of the competition, the algorithm simply adjusted to the classification into 2 classes: winning projects and projects that did not win.

Discussion

Based on the developed knowledge base learning algorithm and previously constructed decision-making models (Xing H., Huang S.H., Shi J. (2003)), we will determine the efficiency of working with information using the expert system being developed.

In accordance with a meaningful approach to assessing information in technical systems, each source presented carries new information, thus reducing its entropy:

$$H = \sum \mathrm{P_i} \log_2 \frac{1}{\mathrm{P_i}} = -\sum \mathrm{P_i} \log_2 \mathrm{P_i}\,, \qquad (6)$$

where: H – Shannon's entropy, P_i – the probability of some event.

In our case, the probability of occurrence of each event is equal to one, since all projects are endowed with analyzed characteristics. The entropy for equiprobable messages is calculated by the Hartley formula (Sakama C., Inoue K. (2003)):

$$H = log_2 N = \log_2 \mathrm{m^n}\,, \qquad (7)$$

where: N – the number of states; m – the number of information sources (the number of possible states), units; n – the number of messages, in pcs.

The number of messages that the DM receives without using IAS I [7]:

$$I = \sum_{1}^{47} p_i + \beta_i + \delta_i + \gamma_i + \alpha_i + e_i + r_i + b_i + w_i + M(x) = 56\,, \qquad (8)$$

where I – the number of reports analyzed by the decision maker without the use of IAS; $\tilde{o}$ – the selected project, $\sum_{1}^{47} p_i$ –the data for 47 parameters from the project questionnaire and the project manager; β_i –the evaluation of the experience of participation in the competitions; δ_i – the evaluation of the experience in preparing applications for the competition; γ_i – the assessment of the relevance of the project data; α_i –Evaluation of the possibility of participating in this competition in accordance with the terms of the current grant (if any); e_i –searching for and evaluating an example of such a successful application submitted earlier; r_i – searching and evaluating the application template for this competition; b_i –searching and evaluating appearances on the project to the tender (s); w_i – search and evaluation of winning bids for the project in the competition (s); $M(x)$ –the results of the analysis of the relationship of the individual parameters of the project.

Regardless of whether the expert system is used or not, the project manager needs to analyze the status of the project ($S(x)$), evaluate its willingness to participate in the tender ($F(x)$), study the recommendations for preparing the application ($T(x)$), accept and agree with the project manager ($R(\tilde{o})$) and study the draft framework ($M(x)$), so there are 56 possible sources of information (m = 56) and 5 messages needed to make a decision (n = 5).

When working with the IAS, the decision maker will receive the following number of information sources I' :

$$I' = S(\tilde{o}) + F(x) + T(x) + R(x) + M(x) = 5, \qquad (9)$$

where I' – the number of messages received by the decision maker in the IAS; $\tilde{o}$ – the selected project; $S(x)$ – the conclusion on the status of the project (x); $F(x)$ – the recommendations for the project (x) in case of participation in the selected competition; $T(x)$ – the recommendations for pre-

paring the application for the project (x) for the selected competition; $R(\tilde{o})$ – the decision on the participation of the project (x) in the selected competition; $M(x)$ – the results of the multidimensional analysis of the project (x).

In this case, the project manager will receive one message, so there are 5 possible sources of information ($m = 5$) and 1 message necessary for making a decision ($n = 1$).

In accordance with the formula (9):

$$H(I) = log_2 56^5 = 29{,}04 \text{ bit}, \tag{10}$$

$$H(I') = log_2 5^1 = 2{,}32 \text{ bit}. \tag{11}$$

Then the efficiency of processing and presentation of information (E) can be calculated by the ratio of its volume without using IAS and when working with IAS:

$$E = \frac{H(I)}{H(I')} = \frac{29{,}04}{2{,}32} = 12{,}52. \tag{12}$$

Thus, the developed methodology raises the speed of analysis and information processing, while it reduces the time costs of the relevant specialists and, as increases consequence, the amount of work performed by them, which, due to the acceleration of the process of accumulating experience and automating work with projects and applications, is undoubtedly, will positively affect the results of implementation of high technology projects.

Conclusion

In the presented work, the algorithm of self-learning and optimization of the knowledge base of the expert system for management of high technology projects is described, which contributes to the speed of analysis and information processing. Improving the effectiveness of processing information about the state of the project at a certain point in time in the conditions of a given situation and choosing the forms of its presentation to the decision-maker leads to an increase in the certainty of the choice of the management decision, as well as to expand the horizon of forecasting the scientific potential and the feasibility of the project.

As an example, the implementation of an algorithm for sampling projects participating in the same competition was presented, but this approach is applicable to teaching the expert system by project types, their scientific direction and other parameters, which, taking into account the speed of the algorithm, allows to formulate recommendations for each request, conditions and accumulated data.

References

1. *Caron, F.* Data management in project planning and control // Data Science. – 2015. – Vol. 1 (1). – Pp. 42–57.

2. *Kerzner, H.* Project Governance in Project Management 2.0. – 2015.

3. *Yuan, Q.* The development of a robust resource constrained project scheduling framework / Q. Yuan, Y. E. Polychronakis // Project Organization and Management. – 2012. – Vol. 4 (4). – Pp. 339 – 367.

4. *Zarate, P.* A new trend for knowledge-based decision support systems design / P. Zarate, Sh. Liu // International Journal of Information and Decision Sciences (IJIDS). – 2016. – Vol. 8 (3). – Pp. 305–324.

5. *Tackenberg, S.* Activity- and actor-oriented simulation approach for the management of development projects / S. Tackenberg, S. Duckwitz, Ch. Schlick // Computer Aided Engineering and Technology. – 2010. – Vol. 2 (4). – Pp. 414–435.

6. *Bukchin, Y.* A multi-objective approach for decision making during the project life cycle / Y. Bukchin, Sh. Rozenes // Project Organization and Management. – 2011. – Vol. 3 (2). – Pp. 184 – 203.

7. *Muhlemann, A. P.* Portfolio modeling in multiple-criteria situations under uncertainty / A. P. Muhlemann, A. G. Lockett, A. E. Gear // Decision Sciences. – 1978. – Vol. 9. – Pp. 612–626.

8. *Daradkeh, M.* Information visualization for decision support under risk // Information and Decision Sciences. – 2017. – Vol. 9 (3). – Pp. 276–296.

9. *Burke, R.* Project Organization Structures / R. Burke, S. Barron // Project Management Leadership. – 2015.

10. *Lippe, S.* Situational Project Management for Collaborative Research Projects / S. Lippe, J. Brocke // Project Management Journal. – 2016. – Vol. 47. – Pp. 76–96.

11. *Gorog, M.* Translating single project management knowledge to project programs // Project Management Journal. – 2011. – Vol. 42. – Pp. 17–31.

12. *McLain, D.* Quantifying project characteristics related to uncertainty // Project Management Journal. – 2009. – Vol. 40. – Pp. 60–73.

13. *Chinowsky, P.* Networks in engineering: an emerging approach to project organization studies / P. Chinowsky, J. E. Taylor // Engineering Project Organization Journal. – 2012. – Vol. 2 (1-2). – Pp. 15–26.

14. *Sarkar, D.* Simulation application in project risk management for infrastructure transportation project // Project Organization and Management. – 2011. – Vol. 3 (3/4). – Pp. 374–392.

15. *Salari, M.* A new model for estimation of project total cost in construction projects / M. Salari, H. A. Aria, M. M. A. Dehabadi // Information and Decision Sciences. – 2017. – Vol. 9 (2). – Pp. 128–143.

16. Scheduling optimization of design stream line for production research and development projects / Q. Liu [et al.] // Engineering Optimization. – 2017. – Vol. 49 (5). – Pp. 896–914.

17. *Ballard, G*. Lean management methods for complex projects / G. Ballard, I. Tommelein // Engineering Project Organization Journal. – 2012. – Vol. 2 (1-2). – Pp. 85–96.

18. *Fengjie, T.* Shape optimization based design of arch-type dams under uncertainties / T. Fengjie, T. Lahmer // Engineering Optimization. – 2018. – Vol. 50 (9). – Pp. 1470–1482.

19. Designing train-speed trajectory with energy efficiency and service quality / J. Jia [et al.] // Engineering Optimization. – 2018. – Vol. 50 (5). – Pp. 797–818.

20. Integrated grey relational analysis and multi objective grey linear programming for sustainable electricity generation planning / H. Malekpoor [et al.] // Annals of Operations Research. – 2018. – Vol. 269 (1–2). – Pp. 475–503.

21. *Li, Sh.* Post-disaster multi-period road network repair: work scheduling and relief logistics optimization / Sh Li, K. L. Teo // Annals of Operations Research, 2018. – Pp. 1–41.

22. A design approach for asset supply logistics / S. Roben [et al.] // Computer Aided Engineering and Technology. – 2010. – Vol. 2 (4). – Pp. 311–323.

23. *Kumar, A*. A case study on machine learning and classification / A. Kumar, B. K. Sarkar // Information and Decision Sciences. – 2017. – Vol. 9 (2). – Pp. 179–208.

24. Learning to predict characteristics for engineering service projects / L. Shi [et al.] // AI EDAM. – 2017. – Vol. 31 (3). – Pp. 313–326.

25. A model-based data mining approach for determining the domain of validity of approximated models / M. Quaglio [et al.] // Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems. – 2018. – Vol. 172. – Pp. 58–67.

26. *Xing, H*. Rapid development of knowledge-based systems via integrated knowledge acquisition / H. Xing, S. H. Huang, J. Shi // AI EDAM. – 2003. – Vol. 17 (3). – Pp. 221–234.

27. *Sakama, C*. An abductive framework for computing knowledge base updates / C. Sakama, K. Inoue // Theory and Practice of Logic Programming. –2003. – Vol. 31 (3). – Pp. 671–715.

28. *Goussies, N. A*. Transfer Learning Decision Forests for Gesture Recognition / N. A. Goussies, S. Ubalde, M. Mejail // The Journal of Machine Learning Research. – 2014. – Vol. 15. – Pp. 3848–3870.

29. *Gohari, F. S*. A new confidence-based recommendation approach: Combining trust and certainty / F. S. Gohari, F. S. Aliee, H. Haghighi // Information Sciences. – 2018. – Vol. 422. – Pp. 21–50.

30. Evaluating collaborative filtering recommender systems / J. L. Herlocker [et al.] // Journal ACM Transactions on Information System. – 2004. – Vol. 22 (1). – Pp. 5–53.

31. *Andreev, I. M.* Description of the CART algorithm // ExponentaPro. Mathematics in applications. – 2004. – Vol. 3-4. – Pp. 48–53.

32. *Jarratano, D.* Expert systems: principles of development and programming / D. Jarratano, G. Riley. – M. : Williams, 2007.

33. *Dolotina, E. A*. Features of the application of expert systems in intelligent computer-based learning systems // Nika. – 2013. – Vol. 1. – Pp. 276–278.

34. *Utkin, L. V.* Machine Learning Decision trees. – Available at: http://www.levvu.narod.ru/Machine_Learning_LTU_4.pdf (Accessed 21 Dec. 2018).

35. *Blagodatsky, G. A*. Modelling the system of fuzzy logical inference for evaluating science-intensive projects / G. A. Blagodatsky, M. M. Gorokhov, D. A. Perevedentsev // Automation of control processes. – 2017. – Vol. 2 (48). – Pp. 84–91.

36. *Blagodatsky, G. A.* (2016) Data Base of scientific projects "IProjects". №2016620179. RU The official Bulletin "Computer Programs / G. A. Blagodatsky, D. A. Perevedentsev. Databases. Topographies of integrated circuits". – 2016. – Vol. 3 (113).

37. *Shavenko, N. K*. Fundamentals of information theory and coding. Tutorial. – M. : Publisher MIIGAiK, 2012.

M. R. Koroleva
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
Mechanics Institute,
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Izhevsk
A. F. Gizzatullina
E. K. Zorina
O. V. Mishchenkova
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Modeling the Supersonic Gas Flow Over a Missile

This paper discusses the process of solving the problem of missile aerodynamics. The results of numerical modeling of supersonic airflow over a missile at free-stream Mach numbers of 1.5, 2.0, 2.5 and 3.0 are presented. The problem is solved in an axisymmetric setting at zero angle of attack. Also, the calculations of drag coefficients (base, fore and total drag) and graphic dependancies of drag coefficients on the free-stream velocity are given.

Keywords: Navier-Stokes equations; missile aerodynamics; drag coefficient; gas dynamics; numerical modeling; OpenFoam.

To study the aerodynamic characteristics of a solid of revolution, numerical methods are often used. In this study, a missile is taken as a solid of revolution. Missile is classified as an unguided aircraft moving through the dense atmosphere [1]. In this paper, the authors analyze the drag coefficients at different free-stream velocities.

© Koroleva M. R., Gizzatullina A. F., Zorina E. K., Mishchenkova O. V., 2019

The process of gas flow is described by the following system of Navier-Stokes equations for a non-stationary viscous heat-conducting flow in a Cartesian coordinate system:

$$\frac{\partial p}{\partial t}+\frac{\partial pV_1}{\partial x_1}+\frac{\partial pV_2}{\partial x_2}+\frac{\partial pV_3}{\partial x_3}=0\,; \tag{1}$$

$$\frac{\partial pV_1}{\partial t}+\frac{\partial pV_1V_1}{\partial x_1}+\frac{\partial pV_2V_1}{\partial x_2}+\frac{\partial pV_3V_1}{\partial x_3}=-\frac{\partial p}{\partial x_1}+\frac{\partial \tau_{11}}{\partial x_1}+\frac{\partial \tau_{12}}{\partial x_2}+\frac{\partial \tau_{13}}{\partial x_3}\,, \tag{2}$$

$$\frac{\partial pV_2}{\partial t}+\frac{\partial pV_1V_2}{\partial x_1}+\frac{\partial pV_2V_2}{\partial x_2}+\frac{\partial pV_3V_2}{\partial x_3}=-\frac{\partial p}{\partial x_2}+\frac{\partial \tau_{21}}{\partial x_1}+\frac{\partial \tau_{22}}{\partial x_2}+\frac{\partial \tau_{23}}{\partial x_3}\,, \tag{3}$$

$$\frac{\partial pV_3}{\partial t}+\frac{\partial pV_1V_3}{\partial x_1}+\frac{\partial pV_2V_3}{\partial x_2}+\frac{\partial pV_3V_3}{\partial x_3}=-\frac{\partial p}{\partial x_3}+\frac{\partial \tau_{31}}{\partial x_1}+\frac{\partial \tau_{32}}{\partial x_2}+\frac{\partial \tau_{33}}{\partial x_3}\,, \tag{4}$$

$$\frac{\partial pE}{\partial t}+\frac{\partial pV_1E}{\partial x_1}+\frac{\partial pV_2E}{\partial x_2}+\frac{\partial pV_3E}{\partial x_3}=$$

$$=-\frac{\partial pV_1}{\partial x_1}-\frac{\partial pV_2}{\partial x_2}-\frac{\partial pV_3}{\partial x_3}+\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\tau_{11}V_1+\tau_{12}V_2+\tau_{13}V_3\right)+$$

$$+\frac{\partial}{\partial x_2}\left(\tau_{21}V_1+\tau_{22}V_2+\tau_{23}V_3\right)+$$

$$+\frac{\partial}{\partial x_3}\left(\tau_{31}V_1+\tau_{32}V_2+\tau_{33}V_3\right)+\frac{\partial}{\partial x_1}\lambda\frac{\partial T}{\partial x_1}+\frac{\partial}{\partial x_2}\lambda\frac{\partial T}{\partial x_2}+\frac{\partial}{\partial x_3}\lambda\frac{\partial T}{\partial x_3}\,; \tag{5}$$

Here, $\tau_{ij}=\mu\left(e_{ij}-\frac{2}{3}\delta_{ij}\frac{\partial V_k}{\partial x_k}\right)$. $(i,j=1,2,3)$ is stress tensor, $e_{ij}=\frac{\partial V_i}{\partial x_j}+\frac{\partial V_j}{\partial x_i}$ is strain-rate tensor. The tensor components on the main diagonal $\tau(i=j)$ are written as $\tau_{ii}=\frac{4}{3}\mu\frac{\partial V_i}{\partial x_1}=\frac{2}{3}\mu e_{ii}$, $e_{ii}=2\frac{\partial V_i}{\partial x_1}$. Other stress tensor components $(i\neq j)$ are written as $\tau_{ij}=\mu\left(\frac{\partial V_i}{\partial x_j}+\frac{\partial V_j}{\partial x_i}\right)=\mu e_{ij}$.

μ is dynamic viscosity ratio, $\lambda=\frac{c_p\mu}{\mathrm{Pr}}$ is thermal conductivity ratio,

$E = \frac{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2}{2} + \frac{1}{\gamma - 1}\frac{p}{\rho}$ is total specific energy of gas, $q_i = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x_i}$ is heat flux, ρ – is gas density, V – is velocity, t – is time coordinate, p – is pressure, T – is absolute temperature, c_p – is isobaric heat capacity, Pr – is Prandtl number [2].

In order to solve the given problem, the following assumptions have been introduced:

The mixture of outflowing gases has the properties of a perfect gas, Mendeleev – Clapeyron equation is used as an equation of state:

$$p = \rho R T \,, \tag{6}$$

where R is specific gas constant [3].

The problem is solved in an axisymmetric setting.

0) Zero angle of attack is taken.

1) Viscosity is constant.

2) To solve the problem, the SST k-ω turbulence model is used [4].

To model the airflow turbulence, the initial system of equations is Reynolds-averaged [5]. Numerical experiments have been conducted in the OpenFOAM® environment. Figure 1 shows the computational domain scheme with its boundaries specified.

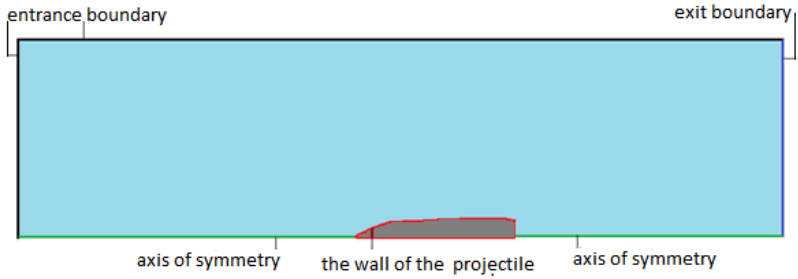


Fig. 1. Computational domain scheme

At the exit boundaries, “soft” boundary conditions for velocity, pressure and ambient temperature are set:

$$\frac{\partial V_x}{\partial x} = \frac{\partial V_y}{\partial y} = 0 \,,\; p = p_{атм} \,,\; T = T_{атм} \,.$$

At the entrance boundary, the free-stream velocity is taken as

$$V_x = V_{потока} \,.$$

At the missile boundary, the no-slip condition is set:

$$V_x = V_y = 0 .$$

At the axis of symmetry, symmetry conditions are set [6]:

$$\frac{\partial V_x}{\partial x} = \frac{\partial V_y}{\partial y} = 0 , \ \frac{\partial p}{\partial y} = \frac{\partial T}{\partial y} = 0 .$$

At different Mach numbers from 1.5 to 3.0 the calculation of gas flow over a missile has been conducted. Figures 2-4 demonstrate the distribution of pressure, temperature and Mach number respectively. The results shown in these figures correspond to the moment of 0.006 seconds.

Regardless of what a free-stream Mach number is, a shock wave is formed in front of the missile, and behind the shock wave there are the domains of high pressure and temperature and low gas velocity.

The domain of low pressure is formed behind the missile, while the temperature at the rear-end area of the missile is significantly higher than the free-stream temperature. The pressure in the base area of the missile is merely 11 350 Pa at a free-stream Mach number of 3.0 and 48 220 Pa at a free-stream Mach number of 1.5. It is obvious that the higher the flow velocity, the lower the pressure in the base area of the missile. The pressure in the fore area of the missile has the maximum value (p = 334 500 Pa at M = 3.0, p = 191 200 Pa at M = 1.5) due to the friction.

As shown in Fig. 3, the decrease of a free-stream velocity reduces the amount of vacuum behind the missile, but the high-temperature domain expands. Unlike the pressure, the temperature does not range widely in numeric values. When the flow velocity is reduced by half, the value of rear-end temperature is reduced by a factor of 1.5 (T = 558.3 K at M = 3.0, T = 359.5 K at M = 1.5).

The Mach numbers in all four cases are reduced by half in the fore area of the missile ($M_{н.ч.}$ = 1.558 at M = 3.0, $M_{н.ч.}$ = 0.736 at M = 1.5, where $M_{н.ч}$ is a Mach number in the fore area) and is significantly reduced in its base area. At lower free-stream velocities the domain of the minimum Mach number expands in the rear-end area of the missile.

Based on the collected data, drag coefficients for the fore and base areas of the missile as well as the total drag coefficient have been calculated.

The graphic dependency of drag coefficients on a Mach number is shown in Fig. 5.

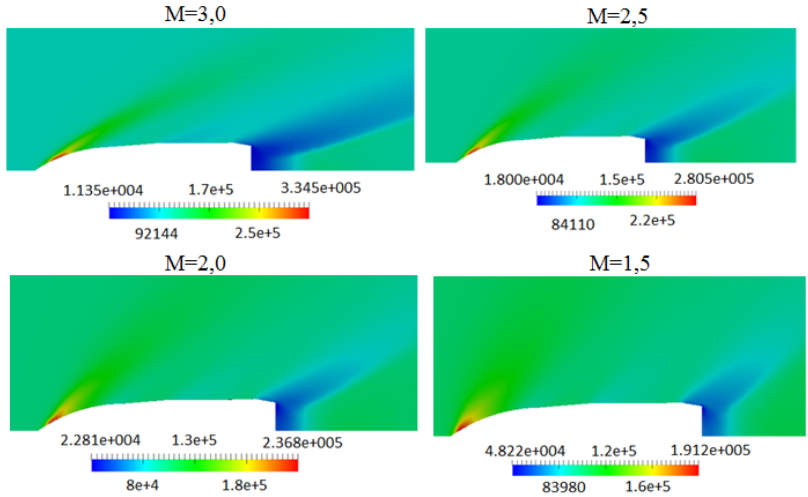


Fig. 2. Distribution of pressure in the flow plane

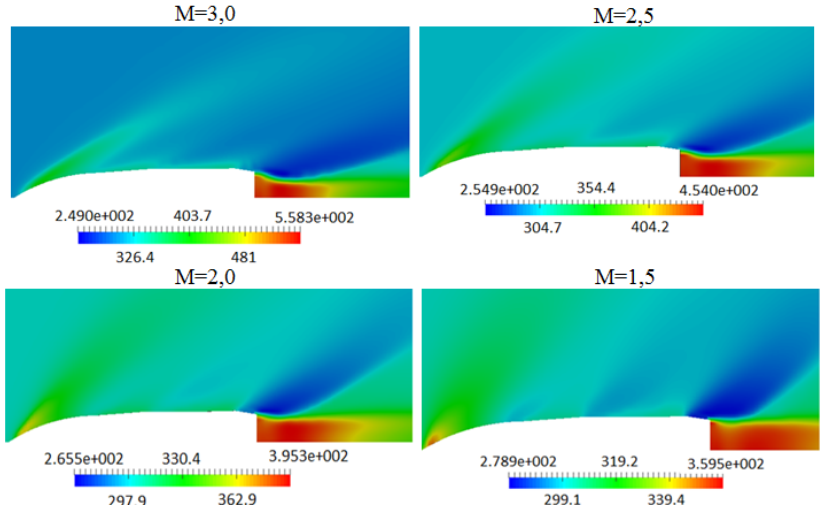


Fig. 3. Distribution of temperature in the flow plane

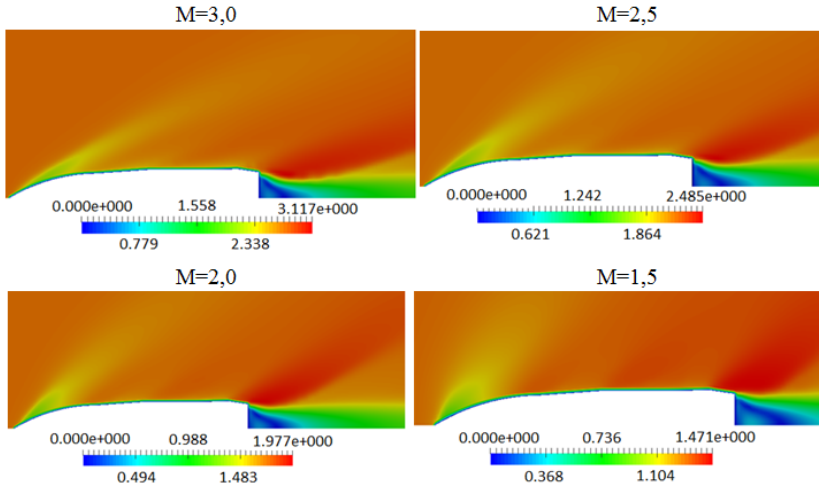


Fig. 4. Distribution of Mach number in the flow plane

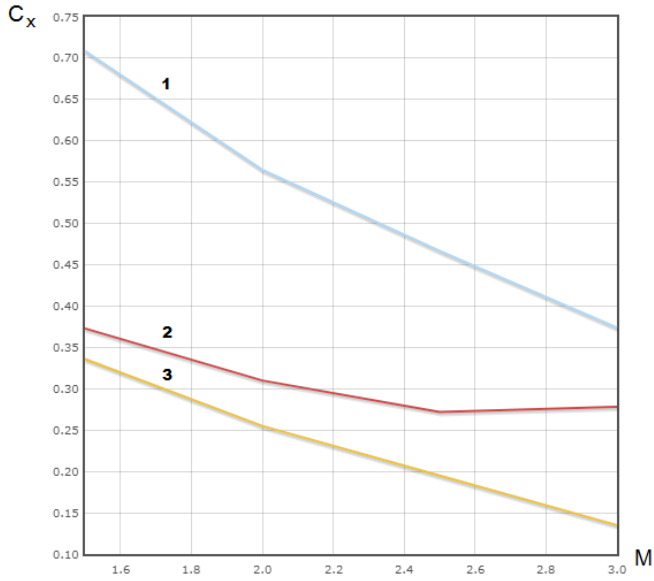


Fig. 5. Graphic dependency of drag coefficients on a Mach number
1 – total drag; *2* – fore drag ; *3* – base drag

When a Mach number increases, drag coefficients decrease. As for the frontal drag, the approximation of the "1943 law" proves the consistency of the collected data. In Figure 6 you can see: 1 – $(C_x)_{Siacci}$; 2 – the table 1943 law, $(C_x)_{43}$; 3 – correlation function $\xi = (C_x)_{Siacci}/(C_x)_{43}$; 4 – approximation of correlation function $\xi(M)$; 5 – $(C_x)_{Siacci}$* $\xi(M)$ [7]. Figures 5 and 6 show that from the practical perspective the deviation of calculation results from theoretical data is rather legitimate.

It is clear that the base drag of the missile accounts for a significant part of the total aerodynamic resistance (up to 40 %) [8,9]. Based on the collected data, it is found that at a Mach number of 1.5 the base drag is 47.7 % of the total drag; at a Mach number of 2.0 this number is 45.1%; at a Mach number of 2.5 it is 41.8 %; at a Mach number of 3.0 it is 36.1 %.

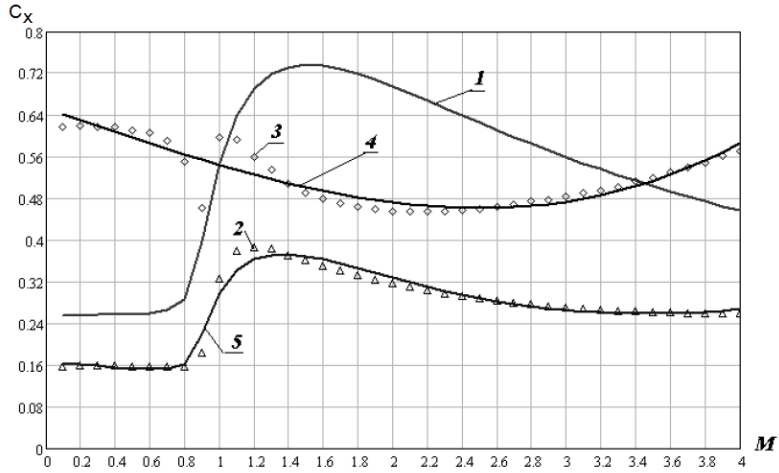


Fig. 6. Approximation of the "1943 law" [7]

In order to increase the distance and precision of the missile flight, the emerging resistance must be reduced. One way to reduce the frontal drag which acts on the fore area of the missile is to study and change the geometry of the missile itself. Today new missile models are designed while the old ones are improved. As shown before, the base drag contributes significantly to the total drag. One of the main ways to reduce the base drag is to install a bottom gas generator at the rear end of the missile.

Given that the total resistance is not quite high when the free stream has just appeared, a conclusion can be made that a bottom gas generator should

not be used intensively in the beginning. However, as the free-stream velocity decreases, the bottom gas generator should be used in a more intensive manner, insofar as the calculations show that, as a Mach number decreases, drag coefficients increase.

References

1. *Nielsen, J.* Aerodynamics of Guided Missiles // Aerodinamika upravlyayemykh snaryadov. – Moscow : Oborongiz, 1962. – 474 p. (in Russian)

2. *Lipanov, A. M.* Theoretical hydromechanics of Newtonian fluids // Teoreticheskaya gidromekhanika nyutonovskikh sred. – Moscow : Science, 2011. – 551 p. (in Russian)

3. *Gorshkov, V. I.* Basics of physical chemistry / V. I. Gorshkov, I. A. Kuznetsov // Osnovy fizicheskoj khimii. – Moscow : BINOM, 2006. – 407 p. (in Russian)

4. *Garbaruk, A. V.* Turbulence modeling in calculations of complex flows. Tutorial / A. V. Garbaruk, M. K. Strelets, M. L. Shur // Modelirovanie turbulentnosti v raschetakh slozhnykh techenij. Uchebnoe posobie. SPb. : Polytechnic University Publishing House, 2012. – 88 p. (in Russian)

5. *Spalart, P. R.* Editorial: RANS modeling into a second century // Special issue of International J. of CFD, 2009. – V. 23, No. 4. – Pp. 291–293.

6. *Korolev, S. A.* Research of missile movement at the initial trajectory section with regard to powder gases outflow / S. A. Korolev, A. F. Gizzatullina, M. R. Koroleva // Issledovanie dvizheniya snaryada na nachal'nom uchastke traektorii s uchetom istecheniya porokhovykh gazov : Proceedings of the Ninth All-Russian conference "Intra-chamber processes, combustion and gas dynamics of dispersed systems" (ICOC'2017). Moscow, October 10-12, 2017. – Izhevsk : Mechanics Institute, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2017. – Pp. 116–124. (in Russian)

7. *Efremov, A. K.* Approximation of the air resistance law of 1943 // Approksimatsiya zakona soprotivleniya vozdukha 1943 g. – Moscow : Bauman MSTU Science and Education, 2013. – Vol. 10. – 584 p. (in Russian)

8. *Krasnov, N. F.* Aerodynamics of bodies of revolution // Aehrodinamika tel vrasheniya. – 2 ed. – Moscow : Mashinostroenie, 1964. (in Russian)

9. *Yavorsky, B. M.* Reference book on physics / B. M. Yavorsky, A. A. Detlaf. – Moscow : Science, 1968. – p. 339. (in Russian)

A. G. Lozhkin, Doctor of Technology, Professor
S. N. Grebnev, Master's Degree Student
A. A. Trubitsin, Master's Degree Student
A. A. Popov, Master's Degree Student
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
Ph. 8 (919) 915-64-57
E-mail: lag@istu.ru, grebnev.developer@gmail.com
sashatr1996@yandex.ru, alekseypopow1995@yandex.ru

On the Possibility of Analytical Calculations of Complex Curves

Newton and Leibniz began research to obtain an analytical solution in the case of the use of complex flat curves. Euler, Lobachevsky, Hamilton and many others continued research, but the result has not been found so far. The analysis of symmetries on the Euclidean plane by Dieudonne and the figure by Weyl allowed us to formulate a new method for obtaining the parameters of linear transformation alternative to classical. It can be used for an ellipse, hyperbola, as well as complex flat curves in four cases. The method is analyzed for trajectories having symmetries. Theoretical calculations and the results of experimental studies using the method of geometric modeling are given. The result was found only partially. There is the possibility of obtaining it, since the research uses the simplest apparatus of analytic geometry.

Keywords: engineering and general technical calculations; complex plane curve; non orthogonal basis; symmetries.

Newton proposed to design mechatronic systems with complex trajectories of motion. Designing a complex trajectory is possible due to approximation methods, but the accuracy of movement is lost. Engineering calculations are based on the movement of the point. If the motion is simple, the developer gets a simple dependence on the functions (hyperbolic) sine and cosine of one argument. The trajectory of motion is an ellipse (hyperbola). Both curves belong to the class of centrally symmetric conic sections. The solution of the resulting dependence was found by Descartes [1]. To be fair, it should be noted that the final calculation methods were completed in the middle of the last century [2].

If the resultant system depends on a double parameter or includes the product (partial) of trigonometric functions, then an analytical solution has not been found so far. Approximating methods are used for calculations. They make it possible to find a solution, but technical meanings are lost. Various tests of product parameters are required for the final design. Ob-

© Lozhkin A. G., Grebnev S. N., Trubitsin A. A., Popov A. A., 2019

viously, if the engineer received an analytical solution in this case, the time of manufacture and production is decreased significantly.

Let us try to find an analytical solution for complex motions using a new geometric theory [6].

Isaac Newton proposed the first classification of plane curves [1]. To the first class he assigned conical sections with the equation $Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 + Dx + Ey + F = 0$. The method of obtaining the characteristic equation $\mathbf{T}\vec{v} = \lambda\vec{v}$ for them was found, but it took years and studies by Klein to obtain solutions for the parabola [2, 3]. The second class of curves is determined by the general equation $Ax^3 + 3Bx^2y + 3Cxy^2 + Dy^3 + 3Ex^2 + 6Fxy + 3Gy^2 + 3Hx + 3Ky + L = 0$. The method of solving this equation has not been found so far. Newton's classification has higher grades. We briefly described the classification for analytic geometry. Algebraic and differential geometry studies differentiable curves at the present time. We apply its methods, and also such a property of the Euclidean plane as symmetry [4].

Let there be an arbitrary figure Φ – planar differentiable curve in the Euclidean plane $R \times R$ in a Cartesian coordinate linear system defined by the parametric equation: $\begin{cases} x = f_x(t) \\ y = f_y(t) \end{cases}$, where $x, y, t \in R$. Functions $f_x(t)$ and $f_y(t)$ are sine and cosine, where $t = n\tau$, $n \in Z$, $\tau \in R$. We carry out any transformation of the figure Φ defined by the matrix $\begin{pmatrix} a & h \\ g & b \end{pmatrix}$, where $a, b, h, g \in R$. It is necessary to obtain the parameters of the transformed figure (to solve the characteristic equation).

The permutation symmetry $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ is defined on the Euclidean plane, so for a own orthogonal basis $0e_1e_2$ there must exist a symmetric frame $0e_1'e_2'$ with respect relation to the straight line AB (fig. 1). The basis $0e_1'e_2'$ is orthogonal, but the set of reference frames gives four non-orthogonal bases: $0e_1e_1'$, $0e_1e_2'$, $0e_2e_1'$, $0e_2e_2'$. Particularly interesting are the first two, since it is the vector that determines the angle of the figure's tilt. The hypothesis of preserving the balance of symmetries [4], as a syntactic rule for constructing the Euclidean plane, leads to the appearance of a local basis

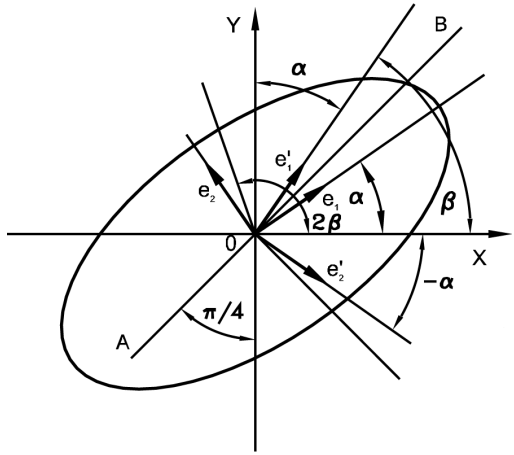


Fig. 1. Non orthogonal basis

The basis defined the direct method of linear transformations. We may be formulate next system of parametric equations, namely:

$$\begin{cases} cf_x(t+\alpha) = af_x(t+\beta) + hf_y(t+\beta); \\ df_y(t+\alpha) = gf_x(t+\beta) + bf_y(t+\beta), \end{cases} \tag{1}$$

where β – angle of permutation symmetry. Non orthogonal basis [8] is form from the corners α and β. Let consider the solution of the characteristic equation for the centrally symmetric conic sections. Only equation of own angle α take of the classic method [5, 6]: $\tan 2\alpha = \dfrac{2(bh+ag)}{(a^2+h^2)-(b^2+g^2)}$. Parameters semiaxes considered difficult in the classical method, since they represent a radical dependence.

A new direct analytical method for the linear transformation was proposed earlier. He is free from radicals, so it is more simple and accessible for further mathematical derivations. The method is based on the permutation symmetry and other symmetries [4].

The general solution for planar curves has been sought for a long time. If the result of the calculations obtained systems: $\begin{cases} x = mf_x + nf_y \\ y = mf_x - nf_y \end{cases}$,

$\begin{cases} x = -mf_x + nf_y \\ y = mf_x + nf_y \end{cases}$; $\begin{cases} x = mf_x + knf_y \\ y = -nf_x + kmf_y \end{cases}$; $\begin{cases} x = kmf_x + nf_y \\ y = -knf_x + mf_y \end{cases}$ than solution may be find [7]. The angle β in the basis is the defining angle. The solution is obtained when $\beta \in \{0, \pm\pi/2, \pm\pi\}$.

The characteristic parametrical system $\mathbf{T}\vec{v} = \lambda\vec{v}$, where $\mathbf{T}$ – matrix of transformations, $\vec{v}$ – vector, λ – set of scalar, is used in many fields of science, such as mechanics, physics, economics, cryptography, etc. The result of research by the authors is the vector's belongs. The result of the conversion depends on the permutation and mirror symmetries.

The transformation of shear $\begin{pmatrix} 1 & h \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ or $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ g & 1 \end{pmatrix}$ introduces asymmetry into the transformed image. The number of Weyl symmetries decreases. Further studies are based on this type of linear transformation.

To solve the problem it was assumed that for the Jordan curves, in addition to the method of finding the parameters of a linear transformation, it is necessary to consider the inverse transformation from a local nonorthogonal linear coordinate system to an orthogonal one. Let us the angles of the vectors of the basis have the values α and β, then for the return of the point to the rectangular linear coordinate system it is necessary to make the transformation $\frac{\mathbf{P}}{\det \mathbf{P}} = \frac{1}{\cos\alpha\sin\beta + \sin\alpha\cos\beta}\begin{pmatrix} \cos\alpha & \sin\alpha \\ -\sin\beta & \cos\beta \end{pmatrix}$ [8]. This conversion reduces the number of symmetries in the resulting image, so this hypothesis is preferable for obtaining analytical dependencies.

Computational experiments were carried out using the method of geometric modeling. The program algorithm is quite simple: 1. The requested transformation parameters; 2. We output curve(s) will transform every part of the line of it. Output is black; 3. Forward transformation parameters; 4. Output a new curve(s) with parameters obtained in yellow. Example of geometric modeling the method is presented to calculate the trajectories in language AutoLisp AutoCAD 2009.

General solution algorithm.

1. We calculate the transformation parameters as in the case of centrally symmetric conic sections.

2. We perform an additional transformation P depending on the angle β. If the angle β is negative, then the transformation is $\mathbf{P} = \begin{pmatrix} \cos\beta & -\sin\beta \\ \cos\alpha & \sin\alpha \end{pmatrix}$, if positive, then $\mathbf{P} = \begin{pmatrix} -\cos\beta & \sin\beta \\ \cos\alpha & \sin\alpha \end{pmatrix}$.

3. Rotate the curve by its own angle α and multiply it by the coefficients founded in item 1.

Let's consider an example. Let the Jeromeau lemniscate $\begin{cases} x = \cos t \\ y = \cos t \sin t \end{cases}$ be transformed with a matrix $\begin{pmatrix} 1 & h \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, where $h > 0$, then the analytic representation of the system of equations will be $\begin{cases} x = c'\left(-\cos\beta\cos(t+\alpha) + \sin\beta\cos(t+\alpha)\sin(t+\alpha)\right) \\ y = d'\left(\cos\alpha\cos(t+\alpha) + \sin\alpha\cos(t+\alpha)\sin(t+\alpha)\right) \end{cases}$, where $c' = c/(1-h)$, $d' = d/(1-h)$.

The course of undergraduates "Software Engineering" in ISTU contains the subject "Information and set-theoretic analysis". Class perform coursework in this subject. Studies of linear transformations were continued exactly there. Master students Sergey Grebnev and Alexander Trubitsin discovered that there are two more transition matrices from a non-orthogonal basis. The matrix $\begin{pmatrix} \cos\beta & -\sin\beta \\ \cos\alpha & \sin\alpha \end{pmatrix}$ is equivalent to the matrix $\begin{pmatrix} \cos\beta & \sin\beta \\ \cos\alpha & -\sin\alpha \end{pmatrix}$, the matrix $\begin{pmatrix} -\cos\beta & \sin\beta \\ \cos\alpha & \sin\alpha \end{pmatrix}$ can be applied instead of the matrix $\begin{pmatrix} \cos\beta & \sin\beta \\ -\cos\alpha & \sin\alpha \end{pmatrix}$. The results of the study are presented in table 1 and 2. Additional experiments were performed independently, so the results of the study can be considered correct.

Student Aleksey Popov find the possibility of applying the methodology for a matrix with a unitary main diagonal. Conversion parameters $\begin{pmatrix} 1 & m \\ n & 1 \end{pmatrix}$, where $n, m \in R$, of a complex curve can be found analytically. Other experiments confirmed the results.

Table 1. **Matching transition matrices**

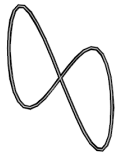
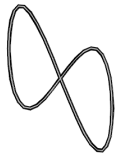
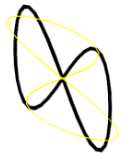
Linear conversion $\begin{pmatrix} 1 & 0.6 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$		Linear conversion $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -0.6 & 1 \end{pmatrix}$	
$\begin{pmatrix} -\cos\beta & \sin\beta \\ \cos\alpha & \sin\alpha \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cos\beta & \sin\beta \\ -\cos\alpha & \sin\alpha \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cos\beta & \sin\beta \\ \cos\alpha & -\sin\alpha \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -\cos\beta & \sin\beta \\ \cos\alpha & \sin\alpha \end{pmatrix}$
			

Table 2. **Misuse of the transition matrix**

Linear conversion $\begin{pmatrix} 1 & 0.6 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$		Linear conversion $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -0.6 & 1 \end{pmatrix}$	
$\begin{pmatrix} -\cos\beta & \sin\beta \\ \cos\alpha & \sin\alpha \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cos\beta & -\sin\beta \\ \cos\alpha & \sin\alpha \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cos\beta & \sin\beta \\ \cos\alpha & -\sin\alpha \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \cos\beta & \sin\beta \\ -\cos\alpha & \sin\alpha \end{pmatrix}$
			

The angle β defines a non-orthogonal basis. This is the main result of the study. Recall that the angle α defines the classical basis. The studies have not been completed, but several steps have been taken to obtain the main result.

References

1. *Stillwell, J.* Mathematics and Its History. Springer-Verlag. – New York, 2010.
2. *Efimov, N.* Quadratic forms and matrices. Fizmatlit. – Moscow, 2012
3. *Savelov, A. A.* Plane curves. Systematics, properties, applications: reference manual. Editorial URSS. – Moscow, 2010.
4. *Lozhkin, A*. Structurization of analytical geometry on the base of symmetries / A. Lozhkin, N. Dyukina. LAP. – Saarbruken, 2012.
5. The issue of calculating elliptic trajectories / A. Lozhkin [et al.] // Manufacturing technology. – 2014. – 4(14). – Pp. 561–566.

6. The calculations of Jordan curves trajectory of robot movement / P. Bozek // International journal of advanced robotic systems. – 2016. – 7.
7. Solutions to the characteristic equation for industrial robot's elliptic trajectories / P. Bozek [et al.] // Tehnički vjesnik – Technical Gazette. – 2016. – 23(4). – Pp. 1017–1023.
8. *Aleksandrov, P*. Lectures on analytical geometry, supplemented by the necessary information from the algebra. Ripol-classic. – Moscow, 2002.

V. V. Sitnikov, Post-graduate
V. V. Lyuminarskiy, Post-graduate
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
Ph. 8 (905) 877-70-35, e-mail: agron93@mail.ru

Application of Machine Vision Systems in Industry and Analysis of Images Biological Objects

The article contains examples of using computer vision systems in industry and in the analysis of images of biological objects. Information is given for what purposes and in what areas the computer vision systems are used, as well as the main components of which the computer vision systems are composed. Examples of the use of machine vision systems for the automatic detection of defects in the quality control of manufactured products, determination of the place of metal cutting, quality control of product marking, and the search for defects in the production of printed circuit boards are given. Information is provided on application of image recognition in medicine with segmentation of left heart ventricle, the detection of heart blood clot, search for area of interest and its improvement on echocardiogram.

Keywords: machine vision; image processing; object recognition; industry; medicine.

Introduction

Today, machine vision is widely used in many areas of human activity: from reading bar codes and recognizing car numbers to identifying individuals and automating driving. Machine vision is widely used in the management of production processes, systems of public and home security, with authentication and human-computer interaction, medical image processing, autonomous driving, to extract metadata and image classification [1]. Applications and tasks for which machine vision is used are constantly growing.

© Sitnikov V. V., Lyuminarskiy V. V., 2019

As a rule, the machine vision system consists of the following components [2]:

1. One or more cameras. Using two or more cameras, information from the cameras is received simultaneously. The use of several cameras is used to measure the observation depth.
2. Specialized light sources.
3. Computer with installed vision software.
4. Device for work synchronizing the elements.

Using machine vision systems in industry

Industry is one of the areas where machine vision is used most actively. A person is not always able to assess the object qualitatively, especially after several hours of work, which can lead to errors in production. That is why the valuable solution is machined vision using, which can eliminate the human factor, as well as increase productivity.

Machine vision is used for automatic detection of defects on manufactured products, optical reading markings on packaging or a product, measuring overall dimensions, sorting objects on a conveyor, monitoring welding of seams, checking the availability of products in the control zone, managing production work on conveyors and so further [3].

In metallurgical industry, machine vision systems are used to control the position of the rolled strip on the roller tables, as well as determine where to cut uneven edge. This system calculates the distance between axis of conveyor and edge of rolled strip, as well as determines the place for cutting the rolled strip [4].

Machine vision is used to check the quality of product marking. Product marking are importance in production, because poor-quality marking in 5% of cases is the reason of complaints. An example of testing labeling quality system is the FestoSBSI-B system with function of assessing quality of product marking [5].

The great importance in products production plays a quality control of manufactured products. Machine vision is used to detect defects throughout the production line. The use of machine vision can improve products quality, reduce the influence of human factor and increase productivity. These factors can reduce volume of error and increase customer loyalty. An example of a production control system is the COGNEX machine vision system [6].

One of the main problems in the production of electronic equipment is to test printed circuit boards. For the quality control, software and hardware systems are used for processing image based on machine vision. These complexes allow the search for defects and automate the process of control [7].

The article [8] contains construction of highly efficient algorithms of vision system for controlling the appearance of non-metallic tubular products.

Machine vision systems application in biological objects

Work [9] is devoted to segmentation of the left ventricular image of the heart. It contains the following algorithm:

1) The search for a bicuspid valve is performed in the frame of the echocardiogram;

2) In the same frame the top point of the epicardium is searched;

3) The search for a bicuspid valve is made on all other frames of the echocardiogram;

4) Using dynamic programming contours of the walls of the ventricle from the top of the epicardium to the leaflets of the bicuspid valve;

5) The resulting contours are used as input for active contour model [10].

As a result, for 21 different echocardiograms, in a total of 749 frames, an error of 12.8 ± 4.1 % was achieved.

Work [11] is devoted to detection of blood clot in the heart. It developed the following algorithm:

1) a Lee filter [12] is applied to each frame of echocardiogram to remove the impulse noise from the frame;

2) Using the Hough transform [13], the search for area of interest in the frame is performed;

3) The walls of the left ventricle are detected using the active contour model [14];

4) Segmentation is applied to the frame based on intensity [15], morphological opening and detection of boundaries using the Sobel operator.

The work [16] is devoted to are search of interest and its improvement on the echocardiogram. It developed the following algorithm:

1) Image preprocessing - removal of impulse noise using an averaging filter [17];

2) Segmentation using threshold transform;

3) Morphological opening operation to smooth the image;

4) Finding boundaries using the cross operator Roberts;

5) The k-means clustering method is used; each pixel in the stereo is set equal to the pixel value from the middle of the cluster.

The work [18] is devoted to the segmentation of radiographs the lungs using deep learning methods and neural networks such as ED-CNN. The researchers managed to achieve an average accuracy of $96.2 \pm 0.8\%$.

The work [19] deals with the problem of diagnosing lung diseases based on the calculation of spectrum multifractal dimensions of the raster image structure an x-ray film.

The article [20] discusses the images classification of pollen grains based on the LeNet convolutional neural network when analyzing the composition of honey.

Conclusion

The analysis showed that large number of companies use machine vision to increase productivity, improve product quality, reduce production costs, which in turn leads to lower product costs and increased customer loyalty.

References

1. *Ivanov, P. V*. Applications for machine vision systems / P. V. Ivanov, A. V. Boikov // Zapiski Gornogo institute. – 2011. – Vol. 192. – Pp. 190, 191. (in Russ.)

2. *Forsyth, D. A*. Computer Vision: A Modern Approach / D. A. Forsyth, J. Ponce // Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J. – 2002.

3. *Forsait, D*. Computer vision / D. Forsait, Zh. Pons // Sovremennyi podkhod. – M. : ID Vil'yams, 2004. (in Russ.)

4. Reshenie mashinnogo zreniya dlya metallurgicheskoi promyshlennosti // Machine vision solution for the metallurgical industry (in Russ.). – URL: mallenom.ru/resheniya/mashinnoe-zrenie/po-otroslyam/metallurgiia) (accessed 07.11.2018).

5. *Vasil'ev, D*. Typical tasks of automatic control and identification of mass products in industry // Control Engineering Rossiya, professional'nyi nauchno-tekhnicheskii zhurnal. – 2018. – No 1 (73). – Pp. 31–33. (in Russ.)

6. *Pokrovskaya, V*. Machine vision COGNEX: a reliable solution for automation and quality control of industrial and logical processes // Control Engineering Rossiya, professional'nyi nauchno-tekhnicheskii zhurnal. – 2015. – Pp. 48–51. (in Russ.)

7. *Doudkin, A. A*. The Defect and Project Rules Inspection on PCB Layout Image // A. A. Doudkin, A. V. Inyutin] // International Journal of Computing. – 2006. – Vol. 5. – No 3. – Pp. 107–111.

8. Vision system for appearance control of nonmetallic tubular products / R. M. Gafarov [et al.] // Intellektual'nye sistemy v proizvodstve. – 2016. – Vol. 29. No. 2. – Pp. 32–35. (in Russ.)

9. *Petrank, Y*. Using Anatomical Markers for Left Ventricular Segmentation of Long Axis Ultrasound Umages / Y. Petrank, N. Smirin. // URL: arxiv.org/abs/1510.03250) (accessed 04.09.2018).

10. *Lankton, S*. Localized Region based Active contours / S. Lankton, A. Tannenbaum // IEEE transactions on Image processing. – 2008. – 17 (11). – 2029–2039.

11. *Chaudhary, M. A*. Thrombus Detection from Echocardiohraphic Images Using Image Processing Techniques / M. A. Chaudhary, N. M. Patel, M. J.Joshi // IJETAE. – 2015. – Vol. 5. – Issue 5.

12. *Jeyashree, L. K*. Robust Identification and Measurement of Intima Media Thickness in Ultrasound Carotid Artery Images / L. K. Jeyashree, P. V. Pramila.

13. *Duda, Richard O*. Use of the Hough Transform To Detect Lines and Curves in Pictures / Richard O. Duda, Peter E. – Hart Comm. – ACM, 15. – 11–15;

14. *Andrzej Skalski*. Heart Segmentation in Echo Images / Andrzej Skalski, Pawel Turcza // Metrol. Meas. Syst. – 2011. – Vol. XVIII, No. 2. – Pp. 305–314.

15. *Boonchieng, E*. Edge-Detection and Segmentation Methods for Two-Dimensional Echocardiograms / E Boonchieng, W Boonchieng, R. Kanjanavanit // Proceeding of Computers in Cardiology. – 2004. – 31. – 541–544.

16. *Narang, S*. Adaptive Image Enehnacement of echocardiographic images using automatic ROI / S. Narang, M. Lal // IJETAE. – 2013. – Vol. 2. – Issue 7.

17. *Gonzalez, R*. Digital Image Processing / R. Gonzalez, R. Woods. – M. : Tekhnosphera, 2005. – 1072 p.

18. *Kalinovsky, A*. Lung Image Segmentation Using Deep Learning Methods and Convolutional Neural Networks / A. Kalinovsky, V. Kovalev // XIII International Conference on Pattern Recognition and Information Processing. – 2016.

19. Fractal Analysis of Roentgenograms / V. P. Ivannikov [et al.] // Vestnik IzhGTU. – 2009. – No. 3. – Pp. 150–154. (in Russ.)

20. The Use Of Convolutional Neural Network LeNet For Pollen Grains Classification / A. orobeynikov [et al.] // International Forum "Instrumentation Engineering, Electronics and Telecommunications – 2018". – Izhevsk, 2018.

V. V. Sitnikov, Post-graduate
V. V. Lyuminarskiy, Post-graduate
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
Ph. 8 (905) 877-70-35, e-mail: agron93@mail.ru

The Review of Objects Recognition Methods used in Computer Vision Systems

The article provides an overview of the recognition methods of objects in image, used in computer vision systems, as well as examples of computer vision systems application in the industrial field and in biological objects analysis. The article considered classical and new research methods used in machine vision systems. The article contains information about the Violla – Jones method and its modifications, designed to improve the performance and accuracy of object recognition. Image recognition methods based on contour analysis, pattern search, matching by key points and convolution neural networks are considered.

Keywords: machine vision; image processing; object recognition; convolutional neural network; image.

© Sitnikov V. V., Lyuminarskiy V. V., 2019

Introduction

Machine vision is understood as a technology for obtaining images of objects, followed by image processing and using obtained information to solve highly specialized applied tasks, while completely or partially excluding human participation. The interest is represented the algorithms and methods of processing and recognition of resulting images. Large extent they determine the accuracy and speed of recognition, and as a result, the efficiency of using machine vision in different kinds of tasks.

Viola – Jones Method

Viola – Jones method is designed to recognize objects in image. This method is based on the principle of the scanning window [1]. One of the ideas of method is that the image is presented in an integral form. The integral representation makes it possible to calculate the total brightness of rectangle in image [2] and the signs of Haar, by means of detected desired object. To calculate the signs on the image, is used a scanning window, inside which various signs are calculated. Further, to make a decision on the objects found in image, the signs are fed to the input of classifier [3].

The classification algorithm for Viola-Jones method consist next steps:

– Haar primitives are calculated from sample of data classified object is indicated,

– for all signs is selected suitable threshold for classification;

– select the best primitives and the appropriate threshold for each primitive.

Modifications of the Viola – Jones method

There is a method to isolate the facial area, based on the combination of the Viola – Jones method and the method of skin detection using the color space coding method. When faces is selected, firstly image is processed by the Viola-Jones method and then classification is made to indicate the area being assessed belongs to human skin [4].

Zahra's method is similar to the method described above. The following combination is used to detect faces: at the first stage, the image searches for areas that contain the image of human skin, at the second stage, the Viola-Jones method is used [5].

A modification of the Viola-Jones method has been developed with using adaptive scanning window, the scanning step size is not constant, but changes in different situations [6]. In this method, the scan step size increases at small values of the output step, and as it approaches to search object, the step size decreases.

To optimize the search for geometrically complex objects, there is a method, based on the Viola-Jones method. In this method, the Laplace operator is used to highlight the boundaries in image, and a Gaussian smoothing filter is used to reduce the vulnerability to noise [7].

Contour analysis

By contour analysis is meant a set of methods that serve for selecting, describing, storing, comparing, recognizing and searching objects by their contours. With this approach, that contour contains sufficient information about the object. It is not need to take the internal points of object, which in turn reduces the complexity of algorithms and calculations [8]. Next, we consider some of popular methods for objects recognition, based on contour analysis.

The active contour method uses the free-form active contour model. In this method, the task of finding the object boundaries is reduced to finding contour on which the "energy" reaches its maximum. In this method, the contour is initialized as a line and is deformed to create an object area [9]. There is also a modification of this method, which does not pre-select the object boundaries.

The Kenny Boundary Detection Algorithm contains the following steps [10]:

– remove noise (blurring the image);

– searching the gradient for initial selection of boundaries;

– finding local maxima;

– Double threshold filtering (the boundaries are determined by the thresholds);

– establishment of final boundaries.

The main idea of contour tracking method is to draw the boundaries between the object and background. This method is implemented that the scanning point passes through the image until it detects the boundary of the object. Further, the direction of point movement changes and search for the boundary continues. The search is conducted until the point returns to the position of first finding of the boundary [11].

Search template

The image processing methods based on searching template, are intended to portion highlight of image pattern corresponding. The main purpose of these methods is to find the area in image that is best matches with specified pattern. The input data will be processed image, as well as object image, which must be found on processed image [12].

Method implementing is containing sequentially moves specified pattern through the original image, and an assessment is made of how much processed area is similar to the template. As a result of the work of this method, the area that has the highest degree of conformity with the template [13] is highlighted.

Key Point Matching

The main feature in using key point matching methods is that the methods are aimed at identifying key features. To detect an object, it is necessary to search key points and fix their relative position. Since there is no strict concept of what should be considered key points for a particular image, the process of selecting key points is performed on the reference image and then on the image under study [14].

Despite the fact that the definition of key points in each algorithm occurs in its own way, it is possible to identify the main steps that is used in key point matching methods [15]:

– detector – produces the designation of point features in image;

– descriptor – the formation of feature vector points and assessment of the position points, relative to the surrounding objects;

– "Matcher" – makes a comparison of points in feature space.

Convolution neural networks

In practice, convolution neural networks were applied in the late 80s of the XX century. In this area, a group of Yan LeKuna worked and, in parallel, a group of Japanese researchers led by Wei Zhang. Their work was called "shear-invariant neural network" and was applied to pattern recognition [16].

Convolution neural networks are the development of cognitronic and non-ocognitronnye computer neural network architectures. The main application of convolution neural networks is effective image recognition. Unlike many methods of image recognition, convolution neural networks allow partial resistance to various types of distortion, such as turns, zooming, changing angles, mixing, etc. [17].

The main difference between luminous neural networks and fully connected neural networks is the local connection of neurons and division of layers into "simple" and "complex" sublayers. The first sublayer serves to calculate the characteristic features of the object in image, and second sublayer performs function of summarizing the features obtained.

The most common method for teaching convolution neural networks is the backpropagation method. This method is a method of teaching with a teacher [18]. However, it is possible to use teaching methods without

a teacher, for example, using the “patch-based training” technique for training.

In some tasks, it is necessary not only to recognize which and how many objects in the image, but also indicate which image pixels belong to them. For this purpose, architectures based on VGG or ResNet are used. The difference from VGG and ResNet is in additional layers, that are trained to indicate where the necessary located objects [19].

Conclusion

The analysis of methods used in computer vision systems allows us to conclude this area is quite developed. There are large numbers of methods for recognizing objects in image. The development of this area is directly related to a wide range of applications of machine vision, as well as the constant tasks emergence solution of applied machine vision. In further developments for detection of objects in images, it seems promising use convolution neural networks that have shown success in solving various problems.

References

1. Accelerating Viola-Jones face detection to FPGA-level using GPUs / D. Hefenbrock // FCCM. – 2010.

2. *Hamdan, M.* Automated Quantification of Eye Blink Rate Using VIOLA-JONES Algorithm / M. Hamdan, H. Shehadeh // International Journal of Technology Diffusion. – 2018. – Vol. 9. – Issue 4. – Pp. 19, 20.

3. *Viola, P.* Robust Real-Time Face Detection / P. Viola, M. Jones // International Journal of Computer Vision. – 2004. – 57 (2). – Pp. 137–154.

4. *Erman, E. A.* [Method for detecting faces in an image using a combination of the Viola-Jones method and skin color detection algorithms / E. A. Erman, M. M. Mokhammed // Vestnik AGTU.Ser.: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika. – 2015. – No 1. – Pp. 49–55. (in Russ.)

5. *Zahra, S. T.* A Hybrid Face Detection System using combination of Appearance-based and Feature-based methods // InternationalJournal of Computer Science and Network Security. – 2009. – Vol. 9. – No. 5. – Pp. 181–185.

6. *Nurgatin, A. R.* Viola Jones algorithm improvement method // Matematicheskie struktury i modelirovanie. – 2014. – No 4 (32). – Pp. 83–88.

7. Modifikatsiya metoda Violy-Dzhonsa putem fil'tratsii vkhodnogo potoka s pomoshch’yu operatora Laplasa // Modification of the Viola-Jones method by filtering the input stream using the Laplace operator (in Russ.). URL: elibrary.ru/download/elibrary_35627646_30149972.pdf) (accessed 01.11.2018).

8) *Sirota, A. A.* Statistical algorithms for detecting the boundaries of objects in images / A. A. Sirota, A. I. Solomatin // Vestnik VGU. Ser. Sistemnyi analiz i informatsionnye tekhnologii. – 2008. – No 1. – Pp. 58–64. (in Russ.)

9) *Canny, J. F*. Finding edges and lines in images // MIT. – Cambridge, USA. – 1983. – Pp. 50–67.

10. *Canny, J.* A computational approach to edge detection. Pattern Analysis and Machine Intelligence // IEEE Transactions on. – 1986. – PAMI-8 (6): 679–698.

11. Edge Detection Tutorial. – URL: dasl.mem.drexel.edu/alumni/bGreen/www.pages.drexel.edu/_weg22/can_ tut.html) (accessed 25.10.2018);

12. *Zhang, C.* Robust Projective Template Matching / C. Zhang, T. Akashi // The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers. – 2016.

13. *Mayasari, N*. Vehicle Plate Recognition using Template Matching / N. Mayasari, U. Siahaan // International journal for innovative research in multidisciplinary field. – 2018. – Vol. 4, Issue 10. – Pp. 259–263.

14. *Raichenko, B. V*. Practical application of key-point methods on the example of comparing images from the Canopus-B satellite // Geometika. – 2013. – No. 2. – Pp. 56–61. (in Russ.)

15. *Lowe, David G.* Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints // Accepted for publication in the International Journal of Computer Vision. – 2004.

16. *Zhang, W*. Image Processing of Human Corneal Endothelium Based on a Learning Network // Applied Optics. – 1991. – Vol. 30. No. 29.

17. *Lollobert, R*. Unifiea Architecture tor Natural Language Processing: Deep Neural Networks with Multitask Learning / R. Lollobert, J. Weston // Proceedings of the 25th International Conference on Machine Learning. ICML '08. – New Yoik, NY, USA : ACM, 2008. – Pp. 160–167.

18. Primenenie metoda obratnogo rasprostraneniya oshibki dlya obucheniya neironnoi seti // Application of the method of back propagation of an error for training a neural network (in Russ.). URL: elibrary.ru/download/elibrary_35023556_31190926.pdf (accessed 04.11.2018);

19. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. – URL: arxiv.org/abs/1505:04597 (accessed 04.11.2018).

K. S. Strokanev, Post-graduate, Dept. of Computer Software
Ph. 8 (919) 915-64-57, e-mail: sky-fan@ya.ru
A. V. Korobeynikov, PhD, Head of Dept, Dept. of Computer Software
Ph. 8 (919) 915-64-57, e-mail: kav33@inbox.ru
V. A. Stepanov, PhD, Head of Laboratory,
Dept. of Measuring, Control, Diagnostic Instruments and Techniques
Ph. (3412) 77-60-55, +1132, e-mail: stepanov.vladimi@mail.ru
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Photoplethysmography System for Video of Face Using Eulerian Video Magnification

The photoplethysmography system based on human face video is considered. The development urgency of medical equipment based on photoplethysmography is justified. The system includes subsytems: 1) area selection on the video, 2) video preprocessing, 3) pulsogram signal recording. To select the face area, OpenCV library is used, which implements the Viola-Jones method. For video preprocessing, Eulerian magnification is used, which significantly increases the recorded pulsogram signal quality. The examples of developed software window and experimentally constructed pulsograms are given.

Keywords: photoplethysmography; face video; Eulerian magnification; pulsogram.

Introduction

National technology initiative (NTI) is a long-term program of individual-governmental partnership for the development of promising new markets on the high-tech solutions basis that will determine the world and Russian economy development in the next 20 years. NTI is constructed as a broad coalition interaction of technology entrepreneurs' project teams, leading universities and research centers, major business associations, development institutions, expert and professional societies, and relevant government departments [1].

HealthNet 2035 is the promising new market for personalized medicine, including the segments of devices and health platforms and treatment support, sport health, preventive medicine, new medical materials, bioprostheses, and artificial organs. Among other things for the HealthNet market it is necessary to develop new ways of recording physiological signals and information technologies for personalized full-day person health status monitoring.

© Strokanev K. S., Korobeynikov A. V., Stepanov V. A., 2019

Plethysmography is the doctrine of different organs vibrations depending on different conditions. The most known one is the finger photoplethysmography method. Photoplethysmography is the blood flow oscillations registering method using optical sensors. The recent digital technologies, high prevalence and relatively low computers cost open new perspectives in photoplethysmography [2, 3].

Various photoplethysmography methods were reviewed previously in [3]. An important factor in the photoplethysmography development is the new video processing methods. The human face video photoplethysmography is a modern method. The corresponding systems are considered in [4, 5].

Currently, one of the main methods of non-contact face photoplethysmography is video magnification. Active development in this area is ongoing since 2012 [6]. Now there are different methods to magnify video:

1) linear processing (2012) [6];
2) phase-based video processing (2013) [7];
3) Riesz pyramids for fast phase-based method (2014) [8];
4) DVMAG or dynamic video magnification (2015) [9].

In this work, the linear processing method was implemented. It is simpler than others, but it has significant noise amount in the output. The problem of noise elimination was solved in [7-9], but the drawback of these methods is that they are quite demanding to computer resources. It is crucial for video processing in real-time.

In this paper, the development of a pulsogram registration system based on the human face video photoplethysmography is considered. Based on such a system, it will be possible to develop various medical equipment corresponding to HealthNet requirements. The system includes the following subsystems: 1) area selection on the video; 2) video preprocessing; 3) pulsogram signal recording. This paper describes an improvement of the system presented in [5]. Unlike previous work, OpenCV library is used to select the face on the video.

Area selection on the video

The subsystem is designed for continuous area monitoring on the video with limited resources in the process of computing. The rectangular area coordinates are defined by the formulas (1-4), where a and b are the height and width of the area on the face image, n_i are the pixels on the selected area with coordinates x_i and y_i.

$$n_1(x_1) = 0.4 \cdot a \; ; \quad n_1(y_1) = 0.4 \cdot b \; ; \tag{1}$$

$$n_2(x_2) = 0.4 \cdot a \; ; \quad n_2(y_2) = 0.6 \cdot b \; ; \tag{2}$$

$$n_3(x_3) = 0.6 \cdot a\,; \quad n_3(y_3) = 0.6 \cdot b\,; \tag{3}$$

$$n_4(x_4) = 0.6 \cdot a\,; \quad n_4(y_4) = 0.4 \cdot b\,. \tag{4}$$

In the area of $a \times b$ size it is necessary to include the face skin surface. The correct result can be obtained by selecting the region of the forehead, cheeks or nose. Schematic rectangular area representation of the nose is shown in Fig. 1.

In this paper, a simple case of video registering when a person is working in front of a computer with a webcam is considered. For human face detection on the video, OpenCV library is used which implements the Viola-Jones method [10]. The example for face detection is shown in Fig. 2.

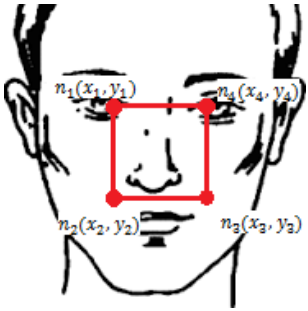


Fig. 1. Nose area

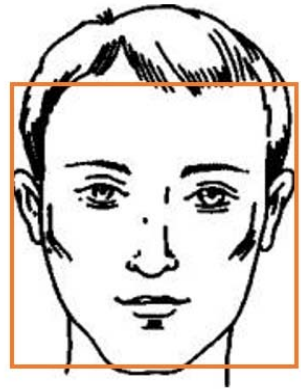


Fig. 2. Face detection

Video preprocessing

The source video contains the head and the face micro movements, and the pulsations associated with the blood supply tissues. The subsystem is designed to amplify pulsation with the help of video magnification. For this purpose, Eulerian video magnification proposed in [6], performing color or motion magnification is used.

Let $I(x, t)$ denotes the video pixel intensity (brightness) at position x and at time t. In order to understand motion magnification a 1D receiver is used. The receiver can get the signal:

$$I(x,t) = f(x)\,. \tag{5}$$

The next moment it will receive the signal:

$$I(x,t+1) = f(x+\delta). \tag{6}$$

The main magnification objective is to get the signal for some gain α:

$$I'(x,t) = f\left(x+(1+\alpha)\delta(t)\right). \tag{7}$$

Expanding the signal in a Taylor series the following will obtained:

$$I(x,t) \approx f(x) + \delta(t)\frac{f(x)}{x}. \tag{8}$$

Let $B(x, t)$ denotes the result of applying a broadband filter to $I(x, t)$ at any position x. Assume that the motion signal $\delta(t)$ is within the filter bandwidth. Then it will be derived by:

$$B(x,t) = \delta(t)\frac{\partial f(x)}{\partial x}. \tag{9}$$

Let's amplify the signal with gain α and add $I(x, t)$, this leads to:

$$I'(x,t) = I(x,t) + \alpha B(x,t). \tag{10}$$

Combining the formulas (5-10) leads to:

$$I'(x,t) \approx f(x) + (1+\alpha)\delta(t)\frac{\partial f(x)}{\partial x}. \tag{11}$$

The motion magnification process is the $\delta(t)$ shift in space of the image $f(x)$ for time t witch has been amplified $(1+\alpha)$ times. Eulerian video magnification is considered only on the x image coordinate. The used gain is $\alpha = 50$. The motion magnification example, which was performed by formulas (5)–(11), is presented on Fig. 3.

Pulsogram signal recording

The subsystem is designed for the aim of receiving the video area brightness pulsation and to record the pulsogram signal into a file. The total pulsation signal value is calculated by formula (12) as the average brightness value in the area after Eulerian video magnification:

$$I'(t) = \sum_{0.6\cdot b}^{y=0,4\cdot b} \sum_{0.6\cdot b}^{x=0.4\cdot a} I'(x,y,t). \tag{12}$$

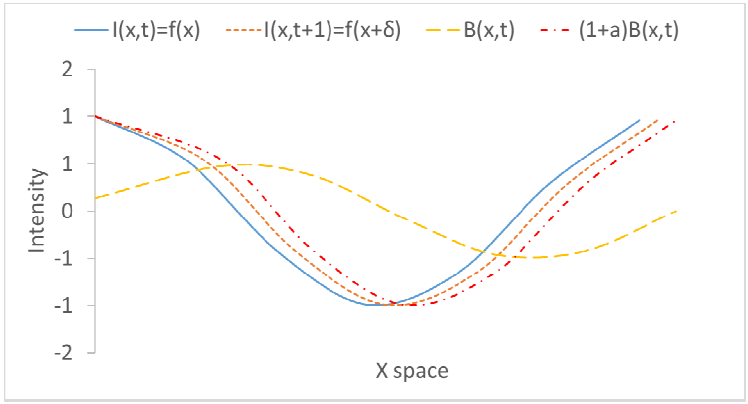


Fig. 3. The motion magnification

Experimental results

As a research result the photoplethysmography system was implemented in software written in C# under VisualStudio IDE. The software window appearance is presented in Fig. 4.

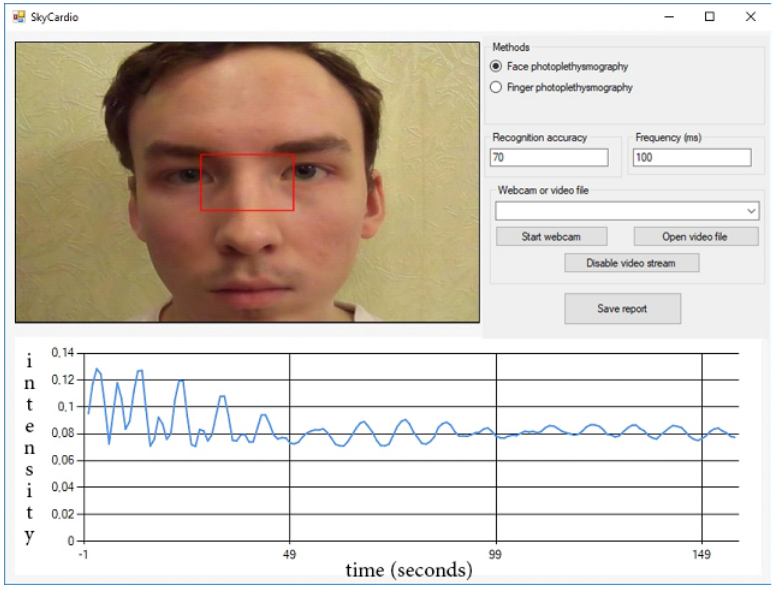


Fig. 4. The software window

During the experiments movies filmed with the webcam with resolution of 640×480 pixels and a frame rate of 30 fps were used. Experiments were conducted for processing particular image color components in RGB format and grayscale. More stable results were obtained by transforming to grayscale. The experiments were processed for different face areas: forehead, cheeks, and nose. The most stable result was obtained for the nose area. Partial contact with eyes area does not affect the result. Color magnification was used to amplify pulsations.

The resulting signals examples are shown on Fig. 5 (without the Eulerian video magnification, nose area) and on Fig. 6 (with the Eulerian video magnification, nose and forehead areas). The experimental results confirm the effectiveness of face video photoplethysmography using Eulerian video magnification.

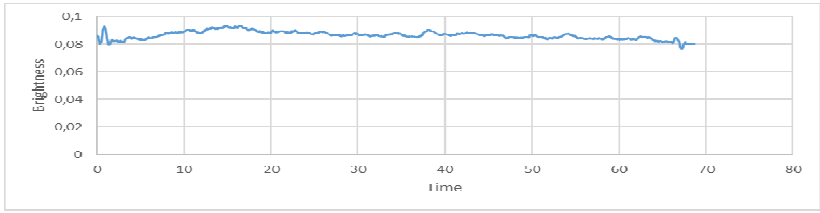
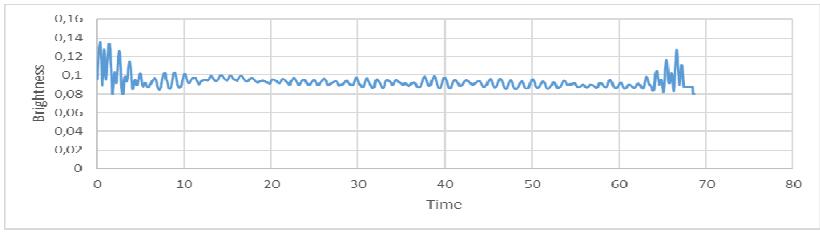
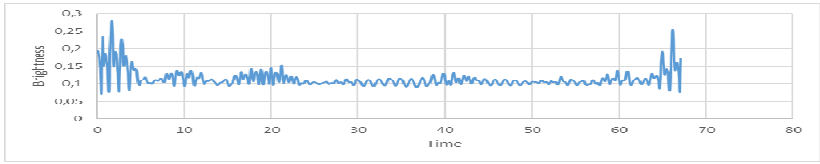


Fig. 5. Pulsogram obtained without the Eulerian video magnification (nose area)



a) nose area



b) forehead area

Fig. 6. Pulsograms obtained with the Eulerian video magnification

For practical system use, it is necessary to detect the human face at various conditions of registration and to eliminate artefacts, for example, the change of lighting when filming.

The resulting pulsograms of the developed system can be used as input data in various medical devices and further scientific research.

References

1. National technology initiative – URL: http://asi.ru/nti/

2. *Langereis, G.* Photoplethysmography (PPG) system. – URL: http://www.cs.tau.ac.il/~ nin/Courses/Workshop12a/PPG%20Sensor%20System.pdf

3. *Strokanev, K. S.* Methods of non-contact photoplethysmography // New challenges of engineering science and ways of their solution. – Samara : LLC Aeterna, 2017. – Pp. 56–59. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29133698

4. *Rodygin, A. M.* The hardware-software complex development of heart rate registering on the basis of the dynamic video-registering person image analysis // Youth scientific and technical Bulletin. – 2015. – 7. – Pp. 52–58. URL: http://ainsnt.ru/doc/800107.html

5. *Strokanev, K. S.* System of photoplethysmography by face video image with applying the Euler magnification / K. S. Strokanev, A. V. Korobeynikov, & V. A. Stepanov // Intelligent Systems in Manufacturing. – 2016. – 3. – Pp. 56–59. – URL: http://izdat.istu.ru/index.php/ISM/article/view/3298

6. Eulerian video magnification for revealing subtle changes in the world / H. Wu [et al.] // ACM Transactions on Graphics. – 2012. – 31 (4). – Pp. 1–8.

7. Phase-based video motion processing / N. Wadhwa [et al.] // ACM Transactions on Graphics. – 2013. – 32 (4). – Pp. 80–88.

8. Riesz pyramids for fast phase-based video magnification / N. Wadhwa [et al.]. – URL: Retrieved from http://people.csail.mit.edu/nwadhwa/riesz-pyramid/RieszPyr.pdf

9. Video magnification in presence of large motions / M. A. Elgharib [et al.] // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – URL: http://people.csail.mit.edu/mrub/vidmag/papers/VidMagLargeMotions.pdf

10. OpenCV: Face detection using Haar cascades. – URL: https://docs.opencv.org/3.3.0/d7/d8b/tutorial_py_face_detection.html

V. G. Sufiyanov
E-mail: vsufiy@gmail.com
I. G. Rusyak
E-mail: primat@istu.ru
O. V. Dozorov
E-mail: milok_15@mail.ru
A. V. Novikov
E-mail: new-92@yandex.ru
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Designing a Charge Using CAD KOMPAS-3D and Technology Simulation of Physical Processes in Real Time

The article deals with the development of software designing a charge using CAD KOMPAS-3D and technologies simulation of internal ballistics processes. A three-dimensional mathematical model of internal ballistics is presented, based on the principles of mechanics of multiphase heterogeneous reacting media. Software for designing a charge allows to automating the process of preparing initial data using the Bullet Physics Engine to collisions detection when filling granulated powder. In CAD KOMPAS-3D a computational mesh generation module was developed for three-dimensional modeling of gas dynamics using the TetGen mesh generator.

Keywords: charge design; information technologies; spatial model of internal ballistics; simulation of physical processes.

Introduction

The need to improve the tactical and technical characteristics of artillery weapons makes new demands on mathematical models of the shot process. In this case, it is no longer enough to use one-dimensional and, especially, zero-dimensional mathematical models that were widely used previously (Serebryakov, 1962, Khomenko et al., 1999, Rusyak and Ushakov, 2001, Markator, 1986, Gough, 2001, Woodley et al., 2005) and are used today (Nussbaum and Helluy, 2006, Luo and Zhang, 2015) in the designing of powder charges. It is required to switch to mathematical models taking into account the spatial arrangement of powder elements (Fig. 1), based on the approaches described in (Rusyak et al., 2016, Gorokhov and Rusyak, 2001, Tenenev et al., 1997, Longuet et al., 2005, Miura et al., 2008, etc.). The development of computer technology and software allows you to simulate processes on supercomputers, and the complexity of the models fades into

© Sufiyanov V. G., Rusyak I. G., Dozorov O. V., Novikov A. V., 2019

the background, since the computational capabilities of computers are now far beyond the complexity of mathematical models of internal ballistics.

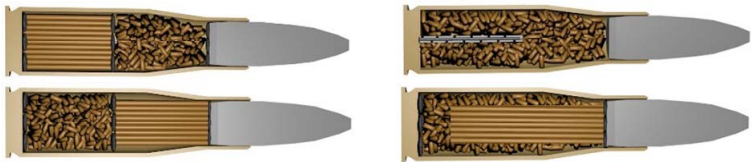


Fig. 1. Schemes of artillery ammunition

A detailed account of the charge structure in a mathematical model is of particular importance when creating software for charge design. For example, the calculation of the shot ballistics for combined charges shown in Fig. 1, provided that the masses of the tubular and granulated powder are the same, in a zero-dimensional formulation give the same results, while calculations on one-dimensional models give a change in maximum pressure by 7 %, muzzle velocity – by 3 % (Rusyak et al., 2016). Other schemes presented in Fig. 1, no longer fit into a one-dimensional modeling scheme. It is required to proceed to the spatial formulation of the problem. The next problem to be discussed is the use idea of interpenetrating continua. For tubular powders, internal ballistics processes based on the principles of multiphase heterogeneous reactive media are inapplicable. Here it is necessary to separately consider the movement of powder gases inside and outside the powder tubes. Without this, it is impossible to pose and solve the problem of stress-strain state and erosion burning of tubular powder elements in the shot process. Consideration of these factors has a significant impact on the internal ballistic parameters of the shot (Rusyak et al., 2016).

The spatial mathematical model of internal ballistics

The modeling of the processes of internal ballistics is carried out on the basis of the theory of motion of multiphase heterogeneous reacting media (Nigmatullin, 1987), heat and mass transfer, and the stress-strain state of the powder elements of the charge during a shot. The solution of the coupled problem of hydromechanics and heat and mass transfer makes it possible to take into account the ignition and subsequent non-stationary erosion combustion of the powder elements of the charge (Rusyak et al., 2016). In this paper, we consider an integral system of equations for the spatial flow of a gas phase on a fixed Eulerian mesh (Eulerian stage), and simultaneously consider a system of ordinary differential equations of spatial motion for powder elements included in a charge or for their ag-

glomerates (Lagrangian stage). As a numerical method, a finite-volume approach is considered (Fig. 1):

$$\begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial t}\int\limits_{\Omega}\rho_i\omega = -\int\limits_{\Sigma}\rho_i\vec{v}\vec{n}_\sigma d\sigma + \int\limits_{S'} m ds, \\ \dfrac{\partial}{\partial t}\int\limits_{\Omega}\rho\vec{v}d\omega = -\int\limits_{\Sigma}\rho_i\vec{v}\nu_n d\sigma - \int\limits_{\Sigma} p\vec{n}_\sigma d\sigma - \int\limits_{S'} p\vec{n}_s ds - \int\limits_{S'}\vec{\tau}_s ds + \int\limits_{S'} m\vec{w}ds, \\ \dfrac{\partial}{\partial t}\int\limits_{\Omega}\rho E d\omega = -\int\limits_{\Sigma}\rho E\vec{v}\vec{n}_\sigma d\sigma - \int\limits_{\Sigma} p\vec{v}\vec{n}_\sigma d\sigma - \int\limits_{S'} p\vec{w}\vec{n}_s ds - \int\limits_{S'}\vec{\tau}_s\vec{w}ds + \int\limits_{S'} m\left(Q + \dfrac{|\vec{w}|^2}{2}\right)ds, \end{cases} \tag{1}$$

where ρ_i – density of the *i*-th component, $i = \overline{1,l}$; $\vec{v}$ – velocity vector of the gas phase; $\vec{n}_\sigma$ – normals to the surface of the control volume; $\vec{n}_s$ – normals to the surface of the solid phase; m – gas input of the combustion products of gunpowder; ρ – total density of the gas phase; ν_n – cosine of the angle normal to the surface; p – pressure; $\vec{\tau}_s$ – friction force; $\vec{w}$ – velocity of the solid phase; E – total energy; Q – calorific value of gunpowder.

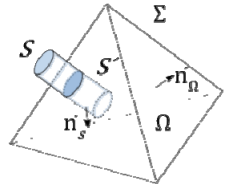


Fig. 2. Scheme of the control volume

The system of equations (1) to the mixture of gunpowder gases closed by state equation:

$$p\left(1-\alpha\rho\right) = \left(k-1\right)\rho\varepsilon, \tag{2}$$

where α – covolume; $k = \dfrac{c_p}{c_v}$ – adiabatic index; $\varepsilon = c_v T$ – internal energy per unit mass of gunpowder gases, associated with the total energy by the relation $E = \varepsilon + \dfrac{|\vec{v}|^2}{2}$; c_p, c_v – coefficients of heat capacity of a gas at constant pressure and volume; T – temperature of the mixture of powder gases.

The initial conditions at $t = 0$ in the chamber at $0 \le x \le x_b$ are given in the form:

$$\vec{v} = \vec{w} = \vec{0},\ p = p_0,\ T = T_0,\ \rho_i = \rho_{i0}\,. \tag{3}$$

Boundary conditions are set at $x = 0$:

$$\vec{v} = \vec{w} = \vec{0}, \tag{4}$$

and moving boundary conditions at the bottom of bullet, when $x = x_b$:

$$m_b \frac{dv_b}{dt} = S_b(p_b - p_a) - F, \tag{5}$$

where m_b – mass of the bullet; v_b – bullet speed; S_b – surface area at the bottom of bullet; p_b – pressure of gunpowder gases at the bottom of the bullet; p_a – counter pressure; F – friction force of the projectile with the barrel.

Spatial trajectories of the motion of powder elements are described by a system of ordinary differential equations:

$$\begin{cases} \frac{de}{dt} = u_k(p),\ S = f_S(e)S_0,\ \Lambda = f_\Lambda(e)\Lambda_0,\ M = \rho_p\Lambda, \\ \frac{dM\vec{w}}{dt} = -\int_S p\vec{n}_s\,ds + \int_S \vec{\tau}_s\,ds - \int_S m\vec{w}\,ds\,, \\ \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{w}, \end{cases} \tag{6}$$

where e – thickness of the burned vault of the powder element; $u_k(p)$ – is the function of the burning rate of the powder element; S – current surface area of the powder element; $f_S(e)$ – dimensionless function of the dependence of the area on the thickness of the burnt vault; S_0 –initial surface area of the powder element; Λ – current volume of the powder element; $f_\Lambda(e)$ – dimensionless function of the dependence of the volume on the thickness of the burnt vault; Λ_0 – initial volume of the powder element; M – mass of the powder element; ρ_p – density of the gunpowder; $\vec{r}$ – current position of the gunpowder element center of mass. Initial conditions for the system of equations (6) at $t = 0$:

$$e = e_0,\ S = S_0,\ \Lambda = \Lambda_0,\ M = \rho_p\Lambda_0,\ \vec{w} = \vec{0},\ \vec{r} = \vec{r}_0. \tag{7}$$

The solution of the joint system of differential equations (1)–(5) and (6)–(7) is carried out by the finite volume method according to the Godunov scheme (Godunov et al., 2018).

Software of designing a charge

The developed software is designed to determine the influence of the charge structure on the internal ballistics, based on the results of a series of

evaluation and comparative calculations. Based on a series of computational and field experiments, optimization of the charge design is carried out. Automating the preparation of initial data and three-dimensional visualization of simulation results can improve the performance and information content of scientific research at the design stage of a powder charge.

The structure of the developed software designing a charge is shown in Fig. 3 and includes the following elements (Rusyak et al., 2015):

1. Automation of the initial data preparation.
2. Solver for inlet ballistic processes.
3. Visualization of internal ballistic simulation results.
4. Database.

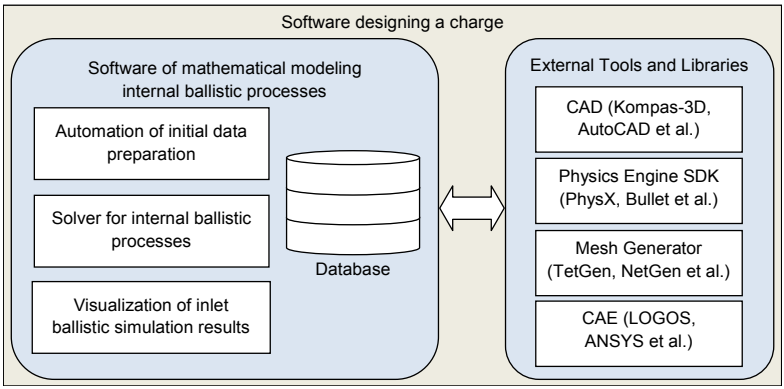


Fig. 3. Structure of software designing a charge

Software of mathematical modeling of internal ballistic processes (Fig. 4) includes the solution of the following problems:

– determination of flow parameters of multiphase heterogeneous reacting media;
– simulation of combustion processes;
– simulation of heat and mass transfer;
– simulation of igniter devices;
– simulation of the stress-strain state of powder elements;
– calculation of the muzzle brake and recoil of the barrel;
– calculation of the aftereffect period (ejector);
– calculation of the muzzle and reverse flame;
– calculation of ballistics at various temperatures of the charge, projectile, barrel;
– calculation of the maximum pressure range.

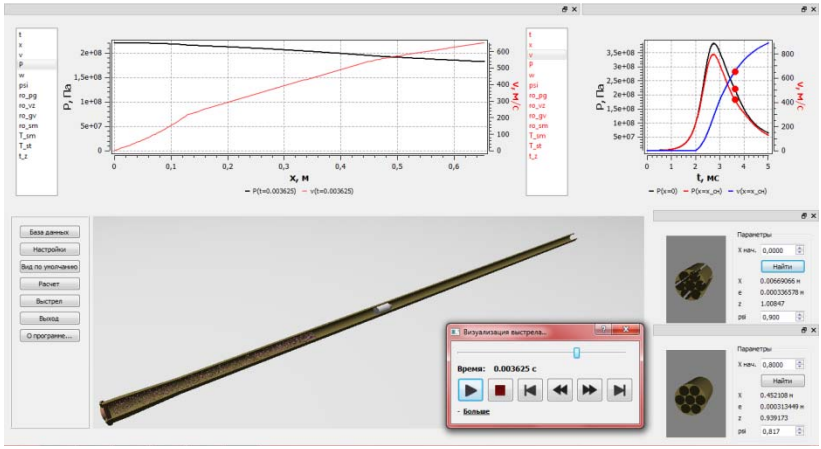


Fig. 4. Software of mathematical modeling of internal ballistic processes

Results

The geometric characteristics of charge elements are read from the database and displayed in the 3D visualization window. During the development process, the shot charge structure elements change their state - ignites a charge of propellant combustion and movement elements. The ignition of the powder charge is displayed on the virtual model by changing the color of the powder element. In Fig. 5 shows the moment of partial ignition of the charge of granular powder.

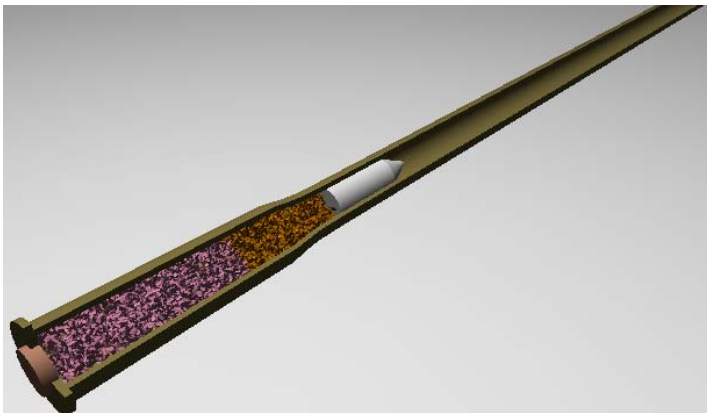


Fig. 5. Displaying the process of ignition of granular powder elements

The software provided the movement of powder visualization elements according to the calculation results. When you start a 3D visualization of the process on the basis of data on the speed of the solid phase, the positions of the powder elements on each time layer are calculated. The motion of the powder elements on the virtual model is constructed from these data (Fig. 5).

Visualization shape changes due to the combustion of propellant components occurs on the basis of the calculated arrays share burnt powder. The main window of 3D visualization displays models of powder elements in a simplified form. Changing the form of powder elements can be observed in more detail in the windows display elements of powder in a large scale. In Fig. 6 shows an example of mapping a seven-channel element grained powder in the initial state, at the disintegration time of and after separation into 12 parts.

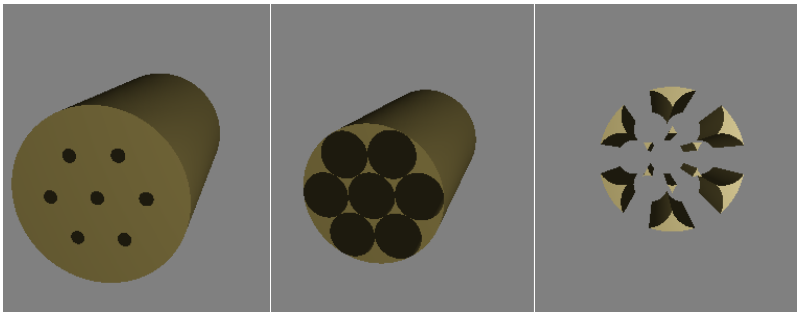


Fig. 6. Display geometry changes when burning powder elements

The design of various elements of artillery charges is carried out using CAD KOMPAS-3D (ASCON, 2019). Examples of charge structures are shown in Fig. 7.

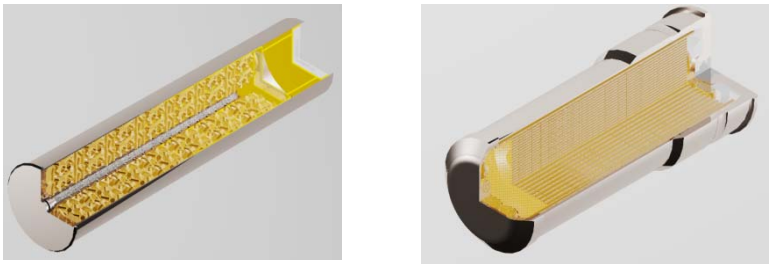


Fig. 7. Designs of charges developed in CAD KOMPAS-3D

To prepare real-time initial data based on the simulation technology using the Bullet physics engine (Coumans and Bai, 2019) a software module has been developed for calculating the characteristics of filling granulated powder for taking powder collisions between elements and with the walls of the cartridge case (Fig. 8).

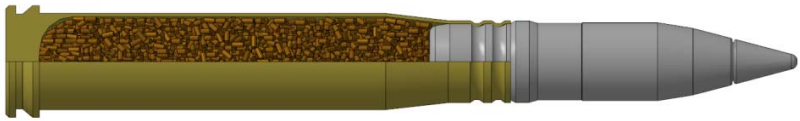


Fig. 8. Filling the cartridge case with the powder charge in CAD KOMPAS-3D

To generate the mesh, the open source TetGen library (Si, 2015) was used. An example of the triangulation of the internal area of the cartridge case in CAD KOMPAS-3D using the TetGen mesh generator is shown in Fig. 9.

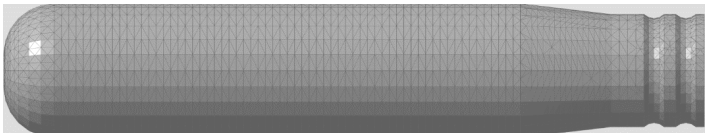


Fig. 9. The triangulation results of the cartridge case internal area in CAD KOMPAS-3D

The considered modules were implemented in the C++ language in the MS Visual Studio 2015 IDE. The ability to create modules in CAD KOMPAS-3D provides an API that supports a wide range of programming languages C, C++, C#, Python.

Discussion

Algorithms for modeling physical processes implemented in physics engines, thanks to high speed and optimization of calculations using GPU, are also used in a number of scientific studies by NASA, which are mainly related to the training of robotic systems (NASA, 2015). In the future, it is planned to use a number of algorithms implemented in the physics engine Bullet, when modeling the motion of powder elements inside the barrel, for example, by Gilbert-Johnson-Keerthi collision detection algorithm (Gilbert et al.,1988).

The main disadvantage of the TetGen mesh generator is that it allows you to build only unstructured computational mesh. In this regard, the further development of the software will be associated with the generation of structured computational mesh using NetGen (Schöberl, 1997) and the LOGOS software package (RFNC-VNIIEF, 2019).

Another direction in the development of software designing a charge is associated with further integration with CAD KOMPAS-3D, as well as the LOGOS software package. The LOGOS software package is intended for engineering analysis and supercomputer modeling of physical processes. In the LOGOS Aero-Hydrodynamics, LOGOS Heat and LOGOS Strength modules, mathematical models are implemented that will allow calculations of the problems of internal ballistics taking into account the stress-strain state of the powder elements.

Conclusion

Thus, the paper presents a model of a software for designing a charge using CAD KOMPAS-3D and simulation technologies for internal ballistic processes.

The concept of implementing a spatial physical and mathematical model of the motion of a heterogeneous reacting media in the simulation of the internal ballistic process, based on a combination of Eulerian and Lagrangian approaches to the description of gas flow and movement of burning powder elements, is presented.

The previously developed software for mathematical modeling of internal ballistic processes, based on the principles of the mechanics of heterogeneous reactive media, is the basis for creating a software designing of powder charge with a series-parallel arrangement of grain and tube fractions. The paper presents examples of three-dimensional visualization of combustion, movement and disintegration of powder elements according to the results of modeling internal ballistics.

In CAD KOMPAS-3D, which is the basis of the computer-aided charge design complex, two modules have been developed to automate the process of preparing initial data. The first module allows you to simulate the process of filling the powder in real time using the Bullet physics engine. The second module is designed to create a calculation mesh using the TetGen mesh generator.

References

1. *Serebryakov, M. E.* Internal ballistics of barrel systems and powder rockets. – M. : Oborongiz, 1962. – 705 p.

2. *Khomenko, Yu. P.* Mathematical modeling of processes in the interior ballistics barrel systems / Yu. P. Khomenko, A. N. Ishchenko, and V. Z. Kasimov. – Novosibirsk : Publishing House of the SB RAS, 1999. – 256 p.

3. *Rusyak, I. G.* Intra-Chamber heterogeneous processes in gun systems / I. G. Rusyak and V. M. Ushakov. – Ekaterinburg : UB RAS, 2001. – 259 p.

4. *Markator, N. C.* Modelling of two-phase transient flow and combustion of granular propellants // Int. J. Multiphase Flow. – 1986. – Vol. 12. – Pp. 913–933.

5. *Gough, P. S.* Interior Ballistics Modeling: Extensions to the One-Dimensional XKTC Code and Analytical Studies of Pressure Gradient for Lumped Parameter Codes. – U.S. Army Research Laboratory Contract Report ARL-CR-460, 2001. – 171 p.

6. Comparisons of internal ballistics simulations of the AGARD gun / C. Woodley [et al.] // Proc. of 22nd International Symposium on Ballistics. – Vancouver, Canada, November, 2005. – Pp. 338–346.

7. *Nussbaum, J.* Numerical simulations of gas-particle flows with combustion / J. Nussbaum and P. Helluy // Flow Turbulence and Combustion. – 2006. – Vol. 76. – Pp. 403–417.

8. *Luo, Q.* Numerical simulation of gas-solid two-phase reaction flow with multiple moving boundaries / Q. Luo and X. Zhang // International Journal of Numerical Methods for Heat and Fluid Flo. – 2015. – Vol. 25 (2). – Pp. 375–390.

9. *Rusyak, I. G.* Physical bases and gas dynamics of the combustion of gunpowder in artillery systems / I. G. Rusyak, A. M. Lipanov and V. M. Ushakov. – M. ; Izhevsk : Institute of Computer Studies, 2016. – 456 p.

10. *Gorokhov, M. M.* Simulation of erosive burning of granulated fuel / M. M. Gorokhov and I. G. Rusyak // Physics of combustion and explosion. – 2001. – Vol. 37(3). – Pp. 76–82.

11. *Tenenev, V. A.* Numerical study of aluminum particles in a two-phase flow / V. A. Tenenev, I. G. Rusyak and M. M. Gorokhov // Mathematical modeling – 1997. – Vol. 9(5). – Pp. 87–96.

12. Mobidic-NG: a 1D/2D CFD code suitable for interior ballistics and vulnerability modeling / B. Longuet [et al.] // Proc. of 22nd International Symposium on Ballistics. – Vancouver, Canada, November. – 2005. – Pp. 362–371.

13. *Miura, H.* Multi-Dimensional Simulation on Ignition Stage of Granular Solid Propellant Varying Primer Configuration / H. Miura, A. Matsuo and Y. Nakamura // Energetic Material Synthesis and Combustion Characterization for Chemical Propulsion. – Begell House Inc., 2008. – Pp. 507–522.

14. *Nigmatullin, R. I.* Dynamics of multiphase media : In 2 Parts. – M. : Nauka, 1987. –V. 1. – 464 p., V. 2. – 360 p.

15. Experimental studies of difference gas dynamics models with shock waves / S. K. Godunov [et al.]. – Comput. Math. Math. Phys., 2018. – Pp. 1201–1216.

16. *Rusyak, I.* Software complex for simulation of internal and external ballistics of artillery shot / I. Rusyak [et al.] // 5th International Conference on Military Technologies, ICMT 2015. V. Krivanek (eds). 19–21 May. – Brno. Czech Republic. University of Defense. – 2015. – Pp. 9–17.

17. ASCON. ASCON Official Website. – URL: https://kompas.ru (Accessed 01 Feb. 2019).

18. *Coumans, E.* Bullet Real-Time Physics Simulation. PyBullet Official Website / E. Coumans and Y. Bai. − URL: https://pybullet.org (Accessed 01 Feb. 2019).

19. *Si, H.* TetGen, a Delaunay-Based Quality Tetrahedral Mesh Generator. ACM Trans. on Mathematical Software. – 2015. – Vol. 41(2). – Article 11 (February 2015). – 36 p. – URL: http://doi.acm.org/10.1145/2629697 (Accessed 01 Feb. 2019).

20. NASA Official Website. – URL: https://ti.arc.nasa.gov/tech/asr/groups/ intelligent-robotics/tensegrity/NTRT/ (Accessed 01 Feb. 2019).

21. *Gilbert, E. G.* A Fast procedure for computing the distance between complex objects in three-dimensional space / E. G. Gilbert, D. W. Johnson and S. S. Keerthi. – IEEE J. Robot. Automat. – 1988. – Vol. 4(2). – Pp. 193–203.

22. *Schöberl, J.* NETGEN - An advancing front 2D/3D-mesh generator based on abstract rules // Computing and Visualization in Science. – 1997. – Vol. 1(1). – Pp. 41–52.

23. RFNC-VNIIEF. Official Website. – URL: http://logos.vniief.ru (Accessed 01 Feb. 2019).

D. D. Vavilova
E-mail: daianadamirovna@gmail.com
K. K. Ketova
E-mail: ketova_k@mail.ru
E. V. Kasatkina
E-mail: e.v.trushkova@gmail.com
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Application of Genetic Algorithm for Adjusting the Structure of Multilayered Neural Network for Prediction of Investment Processes

Designing the optimal structure of the neural network provides the best solution for a specific problem comparing to the chosen criterion. A heuristic method based on the use of genetic algorithms has been proposed to determine the optimal structure of a multilayer fully connected neural network. Each individual in the genetic algorithm is encoded as a vector with data about the number of neurons in the intermediate layers of the neural network. In the course of the implementation of the genetic algorithm, the population evolves by changing the information contained in the chromosomes due to the probabilistic use of genetic operators: selection, crossing, mutation. The implemented algorithm allows selecting a neural network organization such that convergence to the minimum level of error will be the fastest. The construction and adjustment of a neural network are made on the example of

© Vavilova D. D., Ketova K. K., Kasatkina E. V., 2019

a neural network model for predicting the volume of investment in the human capital components of the Udmurt Republic.

Keywords: neural networks; genetic algorithm; investments; human capital.

Introduction

One of the possible approaches to research in the field of mathematical modeling of processes of various nature is the use of neural networks (NN), which makes it possible to establish implicit mathematical connections more efficiently than other approaches (Lachhwani, 2019; Effati and Nazemi, 2006; Chen et al., 2011).

NN are widely used to solve the most popular and complex tasks of intellectual data analysis, including forecasting (Wang et al., 2019; De Falco et al.,1999). Problems of forecasting are associated with insufficient quality and quantity of source data, changes in the environment in which the process takes place, the impact of objective and subjective factors. The advantages of using neural networks in comparison with other mathematical models and forecasting methods are as effective as they solve non-formalized or poorly formalized problems, as well as efficiency when working with large amounts of information, including incomplete information, as well as in resistance to frequent changes in the environment (Schmidhuber, 2015; Bielecki, 2019).

One of the important issues that arise when using NN to solve various problems is the choice of its structure. The NN structure affects the NN learning speed and improves the adaptive properties of the computational algorithm, but it is rather difficult to guess the optimal NN structure, because it is not known how the controlled system will change after a certain time. The problem of choosing the optimal structure of the neural network is discussed by a number of authors (Rutkovskaya et al., 2006; Tsoi and Spitsyn, 2006; Tenenev and Teneneva, 2010; Yan et al., 2019). This article discusses the structure of a multilayer fully connected network, which is determined by the number of hidden layers and the number of neurons in it. In our opinion, the evolutionary method of searching for the structure of the NN in the form of a genetic algorithm is certainly an appropriate solution.

Genetic algorithm for adjusting the structure of multilayered neural network

The genetic algorithm (GA) is a heuristic search algorithm, which is used to solve optimization and simulation problems by randomly selecting, combining, and varying the desired parameters applying mechanisms resembling biological evolution (Tenenev and Teneneva, 2010). In research

work, an individual in a GA population is a vector with data about the number of neurons in a hidden layer. The initialization of the population is given in a non-uniform manner – each individual represents a random structure of the NN $\{k_1; k_2, \ldots, k_m\}$, where k_m is the number of neurons in the m – layer. During the work of the genetic algorithm, the population is evolving by changing the information contained in the chromosomes due to the probabilistic use of genetic operators: selection, crossing, mutation.

There are many types of selection operators: for example, the roulette method, tournament selection, ranking selection (Haupt, 2004; Gladkov et al., 2006; Kramer, 2017). In accordance with Gladkov (2006), we will apply tournament selection, the essence of which is that m_s– individuals are selected from the population and an individual with the best fitness function value is determined among them. This operation continues until the required number of parents is obtained to form the next generation. The m_s value is called the tournament size.

An important part of the GA is the use of a crossing operator, which is a single-point operator that selects a break point inside the chromosome and then exchanges information located behind the break point (Kramer, 2017).

The genetic algorithm, adapted to the task of the adjusting of the NN structure, uses the mutation operator. The developed algorithm uses micromutation – a random change in only one of the chromosome genes (Kramer, 2017).

The implementation of the above operators of crossing and mutation is probabilistic in nature. In the practical implementation of genetic operators, a fixed number p_f, is set, then a random number p is generated from the segment $[0,1]$. If $p \leq p_f$, then the statement is executed. For the crossing operator $p_c \in [0.5; 1]$, while for the mutation operator $p_m \in [0; 0.1]$.

A block diagram illustrating the evolution of the NN structure by means of a genetic algorithm is presented in Figure 1.

The search for the NN structure is conducted in all directions, both in the direction of simplification and in the direction of complicating its organization. The optimization function is the learning time of the neural network up to 1% level of error. The exit condition – the "best" chromosome does not change for several generations in a row (more than 25-30 generations). The solution is an individual that characterizes the structure of the NN with a minimum learning time.

To adjust the optimization parameters and verify the accuracy of the developed algorithm, this algorithm was tested. When evaluating the algorithm, we studied such characteristics as the speed of the algorithm and the accuracy of the solution obtained. Table 1 presents the optimization parameters of the genetic algorithm of the superstructure of the NN structure.

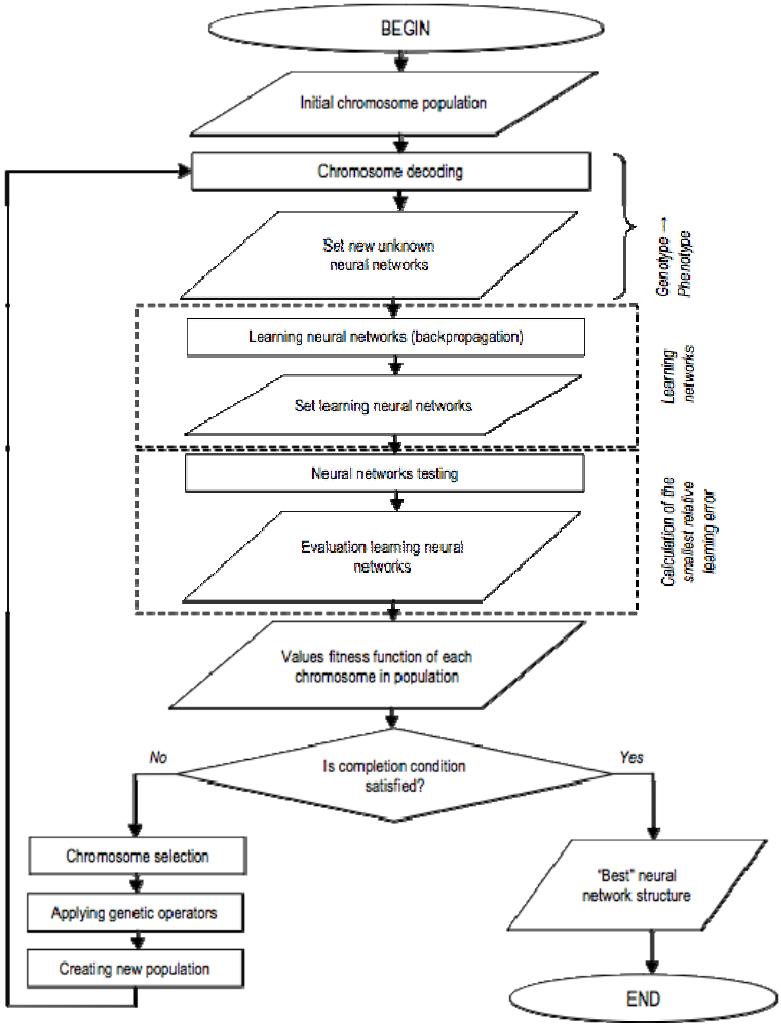


Fig. 1. Block diagram of a genetic algorithm to search for the best structure of a neural network

Equal integration of the genetic algorithm and neural networks allows us to create an effective adaptive system by combining the strategies of these methods.

Table 1. **Parameters of the algorithm for selecting the optimal structure of the neural network**

№	Parameter	Testing range	Value change step	Selected parameter value
1	N – population size	$[5; 100]$	5	35
2	m_s – tournament size	$[2; 10]$	1	4
3	p_c – crossing probability	$[0.05; 1.0]$	0.05	0.9
4	p_m – mutation probability	$[0.01; 0.10]$	0.01	0.07

The article presents the use of a genetic algorithm in order to optimize the structure of a multilayer neural network to forecast investment processes in the Udmurt Republic. The input data is the monthly dynamics of the total budget and private investment in human capital (in education $J_1(t)$, health care $J_2(t)$ and culture $J_3(t)$) and the annual dynamics of the gross regional product $Y(t)$ of the Udmurt Republic from 2000 to 2017 (Federal State Statistics Service of the Russian Federation, 2019). The output of the neural network is the predicted monthly volume of investments in human capital ($\tilde{J_1}(t+\tau)$, $\tilde{J_2}(t+\tau)$ and $\tilde{J_3}(t+\tau)$,, where τ is the time lag).

Human capital is a stock of knowledge, health, skills, experience, culture, which are used by an individual to generate income. The formation of human capital occurs at the expense of investments in education, health care and culture (Ketova et al., 2013). The volumes of investments in the human capital components of the Udmurt Republic in current prices are shown in Fig. 2.

For the purpose of forecasting, the initial statistical database is divided into a learning set and a test set (a retrospect section (Panesar, 2019)). In the training set, the NN is trained by the method of backward propagation of errors, the algorithm of which is presented in the paper by Rutkovskaya (2006). In the test data set, the time lag is selected for prediction based on the average relative error (Rusyak et al., 2004).

After the change of 25 generations in the GA (label No. 3 in Fig. 3), the condition of the completion of the algorithm is fulfilled and the optimal structure of the NN is founded, used to predict the monthly dynamics of investments in the human capital components of the Udmurt Republic.

The learning process of a fully connected neural network with optimal structure {5; 6} (Fig. 4) for the task of forecasting is faster (label number 3) compared with other structures, where the training time of the NN is shown with labels No. 1 and No. 2 in Fig. 3. That is, if an NN is used with an optimal structure, a smaller number of iterations is required for convergence to the 1.0 % level of error.

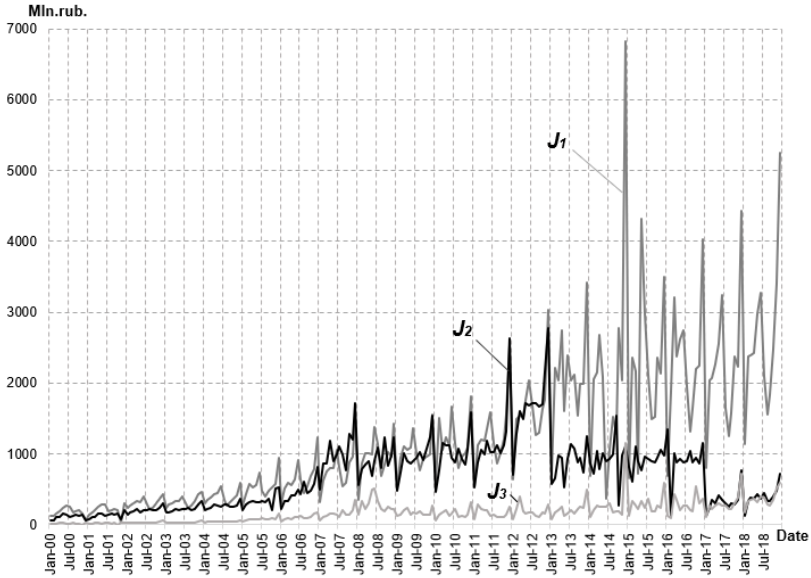


Fig. 2. Dynamics of the volume of investments in the human capital components of the Udmurt Republic for the period 2000–2017, mln. rub.

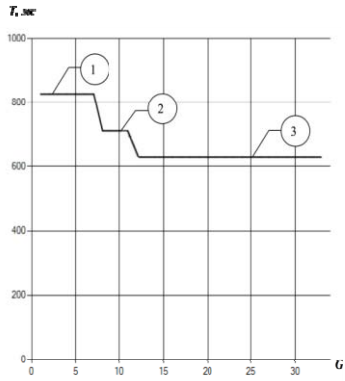


Fig. 3. Dependence of training time the "best" NN (T) from generation (G) in GA

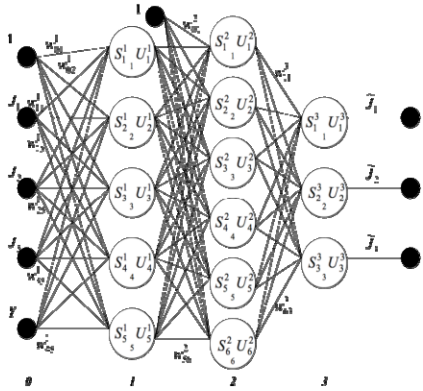


Fig. 4. Three-layer NN, what is used to forecast investments in human capital

The implemented efficient algorithm for choosing the structure of the neural network allows selecting such an organization of the neural network at which the convergence to the minimum level of error (E = 1.0%) will be the fastest (see Fig. 5).

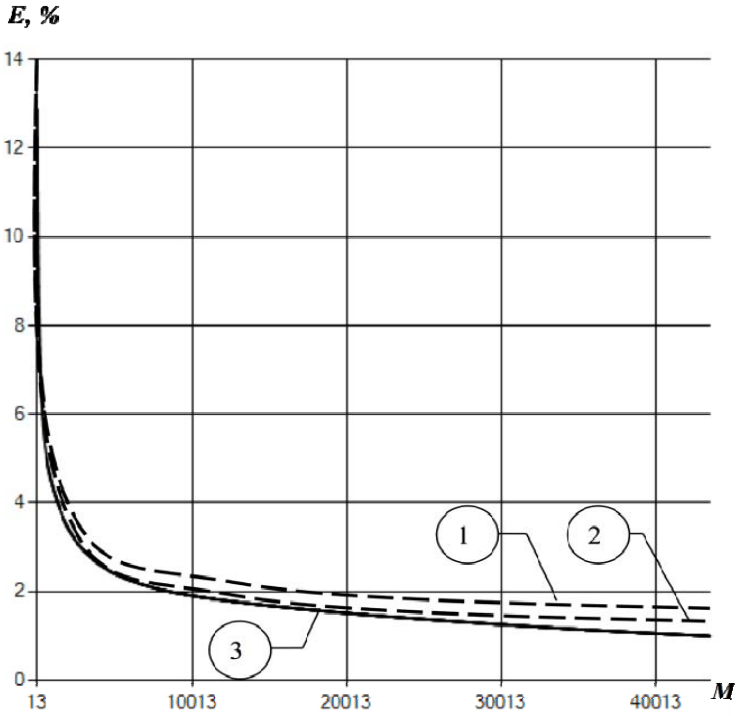


Fig. 5. Graph of the error of learning a three-layer neural network (M-iteration number)

Solution of the problem of forecasting investment processes

Figures 6–8 present the results of short-term forecasting of investments in education, health care and culture of the Udmurt Republic, obtained using a trained neural network with a lag 12 months.

The average relative error calculated on the section of retro-forecast for the period of 2000-2017 for the three components of the human capital of the Udmurt Republic does not exceed 1.0 %.

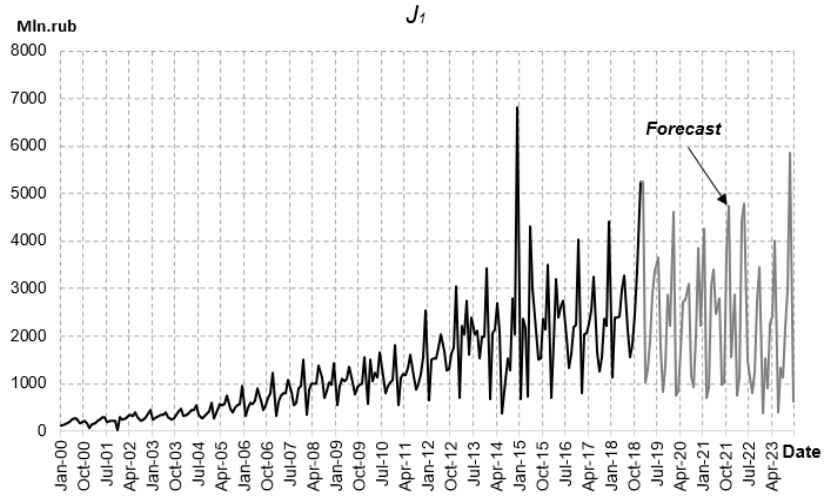


Fig. 6. Dynamics of investment in education in the Udmurt Republic for the period 2000-2017 and forecast for the period 2019-2023, mln. rub.

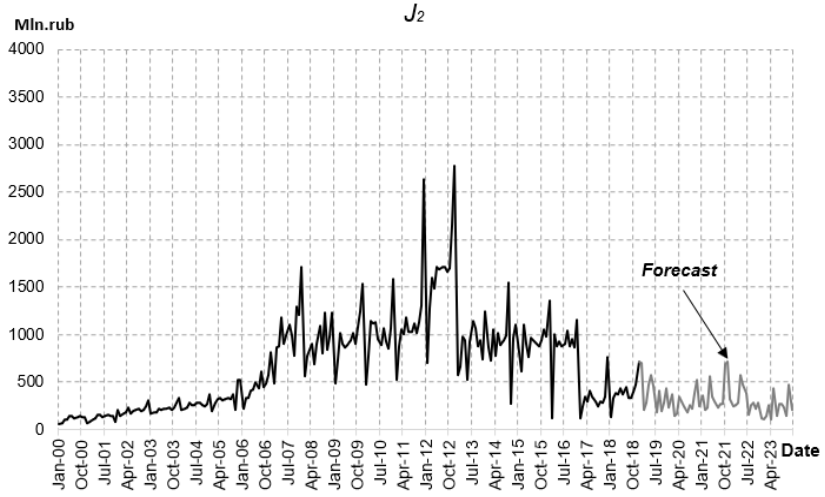


Fig. 7. Dynamics of investment in health care in the Udmurt Republic for the period 2000–2017 and forecast for the period 2019-2023, mln. rub.

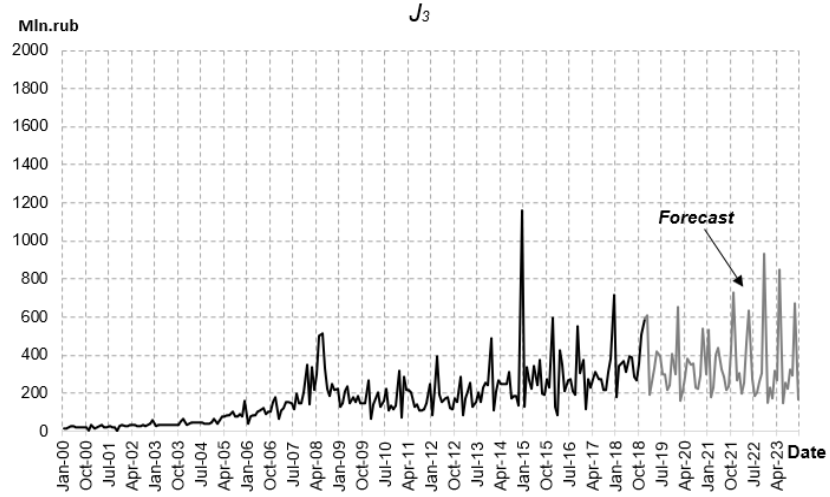


Fig. 8. Dynamics of investment in the culture of the Udmurt Republic for the period 2000-2017 and forecast for the period 2019-2023, mln. rub.

Conclusion

Neural networks provide powerful mathematical model for predicting various data, processes, phenomena. The use of NN is due to its property to recreate the implicit mathematical relationships, as well as taking into account when modeling difficult-to-explain fluctuations of the system indicators. To reduce the time costs caused by the enumeration of the space of the structures of neural networks, the genetic algorithm is tested for adjusting the structure of a multilayered multiply connected network. The result of the application of the genetic algorithm is the point in the space of the structures of neural networks, which has the best indicator of the optimality criterion – the time spent converting the NN to the 1.0 % level of error. The optimally structured neural network is used to predict investment processes in the regional socio-economic system of the Udmurt Republic. Based on monthly statistics for the years 2000–2017, a forecast was made of the dynamics of investment in education, health care and culture of the Udmurt Republic until December 2023. These forecasts can be used for optimal management of the socio-economic development of the region and forecast generalizing characteristics of the regional economy.

References

1. *Bielecki, A*. Foundations of Artificial Neural Networks. Models of Neurons and Perceptrons: Selected Problems and Challenges. Studies in Computational Intelligence, 770. Springer, Cham. – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-90140-4_3 (Accessed 25 Dec. 2018).

2. *Chen, Z.* (2011). A neural network approach for solving mathematical programs with equilibrium constraints / Z. Chen, Y. Lv and Z. Wan // Expert Syst Appl 38. – Pp. 231–234. – URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s11831-018-09309-5 (Accessed 25 Dec. 2018).

3. Optimizing Neural Networks for Time Series Prediction / I. De Falco [et al.] // Advances in Soft Computing. – Springer, London. – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4471-0819-1_30 (Accessed 29 Dec. 2018).

4. *Effati, S.* Neural network models and its application for solving linear and quadratic programming problems / S. Effati and A. R. Nazemi. – Appl Math Comput 172. – Pp. 305–331.

5. Federal State Statistics Service of the Russian Federation. – Available at: http://www.gks.ru (Accessed 10 Jan. 2019).

6. *Gladkov, L. A*. Genetic Algorithms / L. A. Gladkov, V. V. Kureichik and V. M. Kureichik. – Moscow : Fizmatlit, 2006.

7. *Haupt, R. L*. Practical Genetic Algorithms / R. L. Haupt and S. E. Haupt. – New York : Wiley, 2004.

8. *Ketova, K. V*. Forecasting the dynamics of investment processes / K. V. Ketova, E. V. Kasatkina and D. D. Nasridinova // Vestnik of Izhevsk State Technical University. – 2013. – 3 (59). – Pp. 150–154.

9. *Kramer, O*. Genetic Algorithm Essentials // Studies in Computational Intelligence. Oldenburg: Springer, 2017.

10. *Lachhwani, K.* Application of Neural Network Models for Mathematical Programming Problems // A State of Art Review. – Archives of Computational Methods in Engineering, 2019. – Pp. 1–12. – Available at: https://link.springer.com/article/10.1007/s11831-018-09309-5 (Accessed 30 Dec. 2018).

11. *Panesar, A*. Machine Learning Algorithms // Machine Learning and AI for Healthcare. Apress, Berkeley, CA. – Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4842-3799-1_4#citeas (Accessed 28 Dec. 2018).

12. *Rusyak, I. G.* Analysis of errors in forecasting demographic indicators / I. G. Rusyak and K. V. Ketova // Vestnik of Izhevsk State Technical University. – 2004. – 3. – P. 44.

13. *Rutkovskaya, D.* Neural networks, genetic algorithms and fuzzy systems / D. Rutkovskaya, M. Pilinsky and L. Rutkovsky. – M. : Goryachaya liniya – Telekom, 2006.

14. *Schmidhuber, J.* Deep learning in neural networks // An overview. Neural Networks, 61. – 2015. – Pp. 85–117.

15. *Tenenev, V. A*. Learning of fuzzy neural networks by genetic algorithm / V. A. Tenenev and A. V. Teneneva // Intellekt. Sist. Proizv. – 2010. – 1 (5). – P. 76–85.

16. *Tsoi, Yu. R.* Evolutionary approach to setting up and learning artificial neural networks / Yu. R. Tsoi and V. Spitsyn // Neuroinformatics. – 2006. – 1 (1). – P. 34–61. – URL: https://www.niisi.ru/iont/ni/Journal/N1/ (Accessed 10 Jun. 2018).

17. Various Frameworks and Libraries of Machine Learning and Deep Learning: A Survey / Z. Wang [et al.] // Archives of Computational Methods in Engineering, 2019. – Pp. 1–24.

18. Evaluation and prediction of bond strength of GFRP-bar reinforced concrete using artificial neural network optimized with genetic algorithm / F. Yan // Composite Structures. – 2017. – 161. – Pp. 441–452.

S. V. Vologdin
A. P. Shuravin
A. V. Korepanov
G. A. Blagodatskiy
Institution Affiliations, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
E-mail: insys2005@mail.ru

Research and Optimization of Multilevel Centralized Heat Supply Using System-Oriented Approach

This article shows importance and topicality of optimization algorithms research as for applied problems as for artificial intelligence. The paper reads on energy efficiency methods of centralized heat supply. Software suit "Energoeffectivnost" consolidate optimization algorithms of multilevel centralized heat supply characteristics, solving equilibrium temperature of, complex solving of thermohydraulic modes from heat sources to individual consumers and energy audit methods applied to problem of decreasing centralized heat supply system disbalance. The paper reads on mathematical problem definition of indoor area temperature modes optimization with adjustable devices.

Keywords: centralized heat supply; characteristics optimization; software suit; energy efficiency; system-oriented approach.

Introduction

In accordance with the Russian federal law 261 priority task of energy resource saving in housing and utilities sector of country is energy efficiency increasing of heat supply system (HSS). One method of increasing energy efficiency of conduits is decreasing centralized heat supply system disbalance, expressed in mismatch of real and required consumer heat losses at microdistricts, buildings and indoor areas.

© Vologdin S. V., Shuravin A. P., Korepanov A. V., Blagodatskiy G. A., 2019

Practice shows that to make optimal management decisions needs solve problems of thermohydraulic mode analysis and characteristics optimization at different levels of HSS in complex with using mathematical algorithms of decreasing heat supply system disbalance, energy audit methods and computer methods of data processing for visualize and analyze heat network any elements (table).

Methods of increasing energy efficiency HSS

Methods	Goal	Brief description (task list)
Energy audit	Detecting occasions of ineffective using fuel and power resources, recommendation development	Energy inspection of energy resources production, transfer and consumption
Hydraulic modes optimization in heat networks	Decreasing disbalance of first and second level of HSS. Supporting stabilization of work	Operations management of heat network hydraulic mode while stress load reallocates between consumers of heat
Optimization of heat production and realization	Guarantee of required heat consumption mode with minimal cost	Operational reallocation heat stresses between heat sources
Thermohydraulic mode optimization of heating of buildings (HBS)	Decreasing disbalance, heat mode of HBS normalization	Resistance optimization of hydraulic adjuster. Adduction heaters power to required value
Thermohydraulic mode of HBS research	Specified temperature of indoor areas guarantee	Equilibrium temperature of indoor areas computation. Optimal design of HBS

Ineffective allocation of heat streams between consumers in centralized HSS lead to increase disbalance of HSS at levels of microdistricts, buildings and indoor areas. In the end, it lead to increase expense of heat.

Principal elements and strategy of system-oriented approach for increasing heat efficiency of HSS through a disbalance reduction as showed at fig. 1.

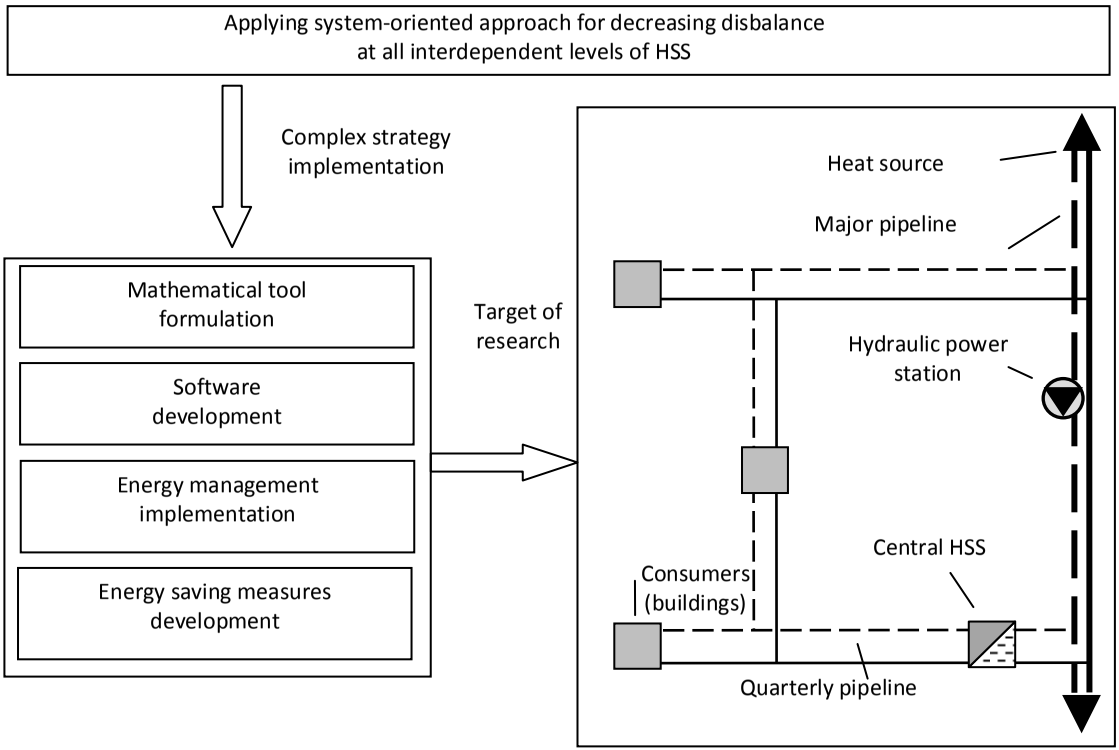


Fig. 1. System-based approach applied to decreasing disbalance of central HSS
(solid – cold source, dashed – hot source)

Methodolody of research

Mathematical model construction methodology of decreasing disbalance of central HSS based on applying characteristics optimization methods at different levels of HSS (fig. 2). Methodology comprises methods: power optimization of heat sources (first level HSS), heat flows optimization between heat network subscribers (second level), resistance optimization of heater system hydraulic adjusters (third level).

Set of mathematical models and algorithms to decrease central HSS disbalance based on fundamentals of system-oriented analysis, modelling, hydraulic circuit theory and optimal design (Merenkov and Hacilev, 1985, Sennova and Sidler, 1987, Yakimovich and Tenenev, 2001) and comprises:

Power optimization algorithm of heat sources (horizontal link at first level) and heat flows between central HSS (vertical link between first and second levels) (Vologdin and Moshkin, 2011);

Heat flows optimization algorithm between heat network subscribers (vertical link between second and third levels) (Vologdin, 2011);

Resistance optimization algorithm of heater system hydraulic adjusters at third level (Vologdin and Yakimovich, 2015).

Software bundle "Energoeffectivnost" developed by scientific group at Kalashnikov Izhevsk State Technical University and consist of software suits (Vologdin, 2008):

1. Software suit "Informacionno-analiticheskaya systema teplosnabzheniya i energosberezheniya" comprises:

– thermohydraulic computation of building heating system;

– thermohydraulic computation major and quarterly pipelines;

– temperature computation of indoor areas of buildings based on heat balance simultaneous equations.

2. Software suit "Energoauditor" comprises:

– computation of energy saving measures efficiency;

– computation of normative losses in electric and heat networks;

– computation of normative water consumption by organizations and buildings;

– computation of heat losses by buildings;

– building energy rating certificate.

3. Software suit "Optimizaciya teplovoy seti" comprises:

– power optimization of heat sources ;

– computation of heating tariff and water tariff;

– resistance optimization of building heater system hydraulic adjusters;

– heat flows optimization between heat network subscribers.

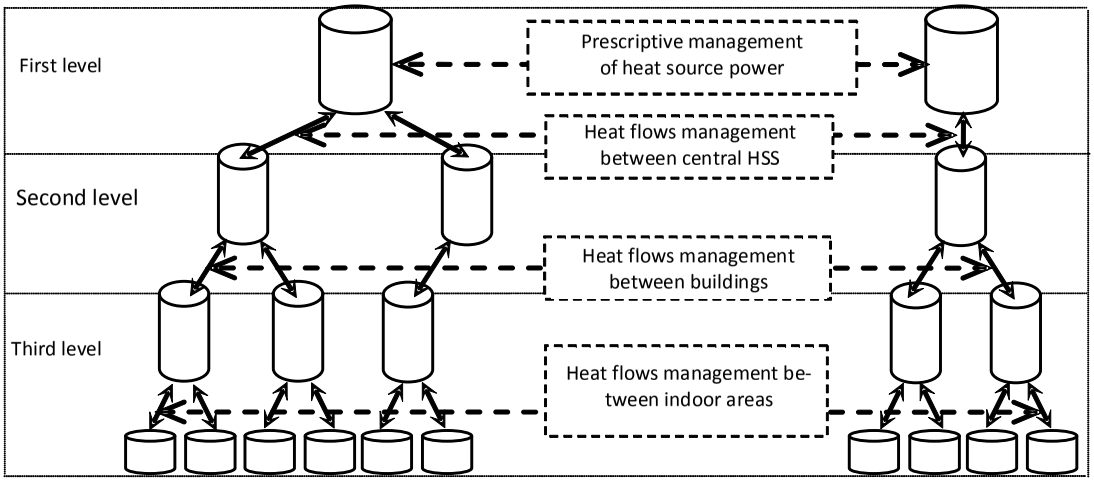


Fig. 2. Generalized chart of heat flows management in centralized HSS

4. Software suit “Edinaya informacionno-analiticheskaya systema ucheta TER v organizaciyach budzhetnoy sferi UR”. Software use system-based approach of data protection, written at (Blagodatskiy et al., 2011).

During development mathematical model system of decrease disbalance central HSS was used system-oriented methods, linear and nonlinear programming problem methods, structure parametric synthesis algorithms, numerical methods for solving system of nonlinear equations, information processing, analysis and visualization methods, mathematical modelling, object-oriented design and programming.

For example, show structure parametric synthesis algorithm applied to resistance optimization of building heater system hydraulic adjusters.

Structure “heater – thermostat” consist of heater (radiator, convector), heating valve (thermostat), charge pipes and locking area. Calculation of heater resistance performed in respect with heater local resistance, parallel or serial connection type of structural element and device connection scheme to heating risers.

As experimental results shows, best result of temperature disbalance optimization can be achieve while using coordinated adjustment of balancing risers and valves.

Objective function of temperature disbalance optimization problem is find minimum mean-squared departure of indoor area temperature from regulatory value (Vologdin and Yakimovich, 2015):

$$\hat{O}(s_1, s_2, ..., s_z) = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} (t_i(s_1, s_2, ..., s_z) - t_{opt})^2 \right]^{1/2} \to \min, \qquad (1)$$

where z – adjustable valve quantity of heaters and balanced valves of risers; i – indoor area number; N – indoor area quantity; t_i – computed indoor area temperature; t_{opt} – indoor area temperature must be reached (in this article use two variants of optimization: relative to normative temperature or average indoor area temperature of building); s_j – resistance of j valve.

Equation system (Merenkov and Hacilev, 1985) specify limitations:

$$\begin{cases} Ax = g, \\ By = 0, \end{cases} \qquad (2)$$

where A – matrix of node and edge connections; B – matrix of directed circuits; g – vector of coolant rate at nodes; x and y – vectors of rate and pressure fall at edges. Another limitation specify range available hydraulic resistance values:

$$s_i^{\min} \le s_i \le s_i^{\max}. \quad (3)$$

So, decrease heater system disbalance problem of buildings lead to objective function minimization (1) with limitations (2)–(3). Solution realized by coordinates search method (Akulich, 2011) and/or by genetic algorithm. Iteration process in coordinates search method written as:

$$s_i^{(k+1)} = s_i^{(k)} + \Delta s_i^{(k)}, \quad (4)$$

where k – iteration number; $\Delta s_i^{(k)}$ – resistance correction of i device:

$$\Delta s_i^{(k)} = \frac{\left(s_i^{(k)} - s_i^{(k-1)}\right)\left(t_{v_i}^{\delta} - t_{v_i}^{(k)}\right)}{t_{v_i}^{(k)} - t_{v_i}^{(k-1)}}. \quad (5)$$

Genetic algorithm use random mutation to find solution according to formula (Rabiner and Goild, 1978):

$$\Delta S_j = \sigma\sqrt{-2\ln(x_1)} \cdot \cos(2\pi x_2), \quad (6)$$

where σ – mutation step (empiric value), x_1 and x_2 – random values of interval [0;1] with equal distribution.

Set of resistance valve values may crossing (mix randomly). Probability of crossing calculated by:

$$p_{cross} = \frac{2n - k_1 - k_2}{2n - 1}, \quad (7)$$

where n – set quantity ("individuals" in "population"), k_1 and k_2 – first and second set in pair, which is checked for crossing, possess value in range от 0 до n–1. Deleting set from selection perform randomly. Probability of deleting the more, the worse objective function. Probability calculated by:

$$p_{del} = \frac{m}{n}, \quad (8)$$

where m – deleting set number from zero. Set with best objective function have number equals zero, so, it never will be delete. Deletion loop will repeat until set quantity become less then maximum of allowable quantity. If set quantity become less them minimum of allowable quantity, then selection not performed on this iteration.

Results

Common algorithm of iterative optimization process shown further. Algorithm of building temperature disbalance optimization (Shuravin and Vologdin, 2018):

1. Set resistance valves of edges and heaters to its initial values.
2. Reading heat network structure and indoor area characteristics with walling from database.
3. Calculation of thermohydraulic balance of heating system.
4. Calculation of indoor air temperature with respect to indoor areas heat balance equations system (Vologdin and Yakimovich, 2015).
5. Calculation of objective function (1). Exit from lop if iterative process has finished.
6. Calculation of new values of resistance valve risers and heaters.
7. Go to point 3.

New optimization algorithm elaboration and applying existing algorithms is very important and topically (Shuravin and Vologdin, 2018, Muñoz el al., 2015), because every optimization algorithm have имеет any limitations, such as detecting global extreme of objective function is not guaranteed, rich computational cost etc. (Chatterjee et al., 2016, Khritonenko and Semenkin, 2013).

Figure 3 shows element structure of central HSS, used in equilibrium temperature algorithm. Communication between HSS levels perform through pipelines. Temperature of outdoor environment is very important for temperature of indoor area calculation.

Method based on calculation of heater required power with consideration of heat balance equation of indoor area and device's way of connection to building heating system. Developed algorithm allow to do optimize resistance and standard heaters with maximal offset 0.3 °C from required value.

Using presented technique were accomplish hydraulic resistance optimization of heaters and standard heaters in standardized buildings of Izhevsk city. As practice shows, disbalance factor can reach up to 1.5, and difference between average, maximal and minimal indoor area temperature can reach up to 10 °C.

Optimization problem solution of standardized building allow to decrease disbalance factor of heating system to 1 and bring up average indoor temperature to required value 20 °C. As a result, got recommendations for adjusting hydraulic radiators of "PRADO" type in all building indoor areas. Got recommendations for changing standard radiators, for example, in area with number 5 need increase of device power to 20 % (fig. 4).

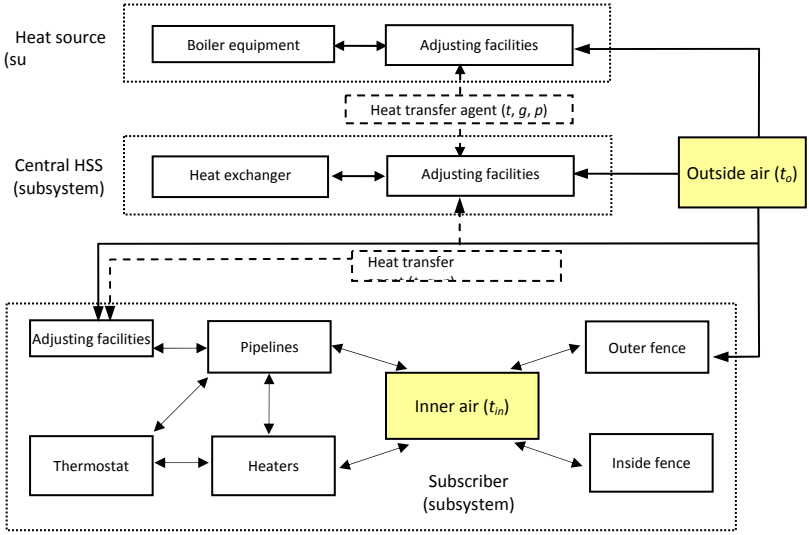


Fig. 3. Structure of HSS

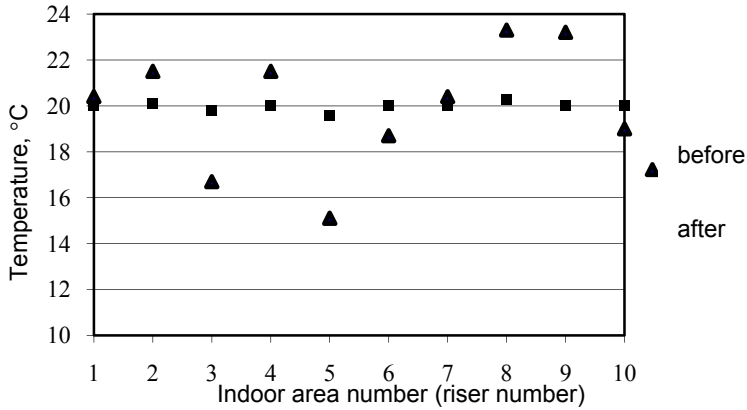


Fig. 4. Indoor area temperature before and after optimization

Discussion

Above listed mathematical models of increasing energy efficiency of HSS has a scientific novelty. Algorithm of heat network characteristics optimization for the first time combine algorithm of finding optimal discharge

head, optimal productivity of heat sources for multi-circuit heat network, prime cost calculation of produce heat energy. Heat flows optimization algorithm between heat network subscribers (as against from existing algorithms) based on coordinated decision of task of elevator apparatus nozzle diameter optimization and task of equilibrium temperature computation of subscribers indoor areas. Scientific novelty of structure parametric synthesis algorithm applied to decreasing heating system disbalance of buildings involves in coordinated decision of finding model of structure "heater – thermostat" (scheme and type of connection, heater power), resistance optimization of hydraulic adjusters (thermostats) and equilibrium temperature computation of buildings.

Conclusion

Presented complex of system-oriented models комплекс системных моделей raise efficiency of HSS by minimization disbalance of interdepended levels of centralized HSS to required value.

Developed technique of heat sources power optimization allow to minimize primal cost of heat-transfer agent production and transfer, specify optimal heat-transfer agent stress at any points of multi-circuit heat network and as a consequence decrease disbalance of first level of central HSS.

Disbalance factor of microdistrict heating system (second level) in real-life environment reach up to 1.5. Mathematical model of heat flows optimization between subscribers allow minimizing disbalance and set building air temperature to required value by subscriber's hydraulic resistance regulation in multi-circuit heat network.

Disbalance factor of building heating system (third level) reach up to 3. Mathematical model of building heating system disbalance minimization allow setting indoor area air temperature to required value by hydraulic adjusters resistance optimization and standard heaters with consideration of walling real condition.

Developed optimization algorithms of HSS characteristics and software suit actual service solve problem of decreasing disbalance at all centralized HSS levels and provide necessary management decisions of stepwise system performance quality increasing and increasing of building walling thermotechnical characteristics.

Mathematical modelling results and software suit would be recommend for scientific and business organizations, doing conceptual and practical researches in the sphere of software development of hydraulic and thermal rate calculation and optimization for centralized HSS, and also for services to prepare optimal management decisions in case of incidents and regular

situations purposely to optimize heat flow spreading, to save heat sources and to numerically measure subscribers of heat energy.

References

1. *Merenkov, A.* Hydraulic circuit theory / A. Merenkov and V. Hacilev. – M. : Nauka, 1985. – 278 p.

2. *Sennova, E.* Mathematical modelling and heating supply system optimization / E. Sennova, and V. Sidler. – Novosibirsk : Nauka, 1987. – 224 p.

3. *Yakimovich, B.* Methods of system analysis and modeling / B. Yakimovich, and V. Tenenev. – Izhevsk : ISTU press, 2001. – 152 p.

4. *Vologdin, S.* Cost optimization mathematical model of production and transferring heat energy in centralized heat supply system with consideration for stream adjusters and resistance / S. Vologdin and A. Moshkin // V mire nauchnich otkritiy. – Krasnoyarsk : Science-innovative center, 2011. – Pp. 281–290.

5. *Vologdin, S.* Mathematical model of heat flow optimization between buildings in multilevel heat network to decrease heat supply system disbalance at the cost of adjusting heat distribution station nozzles // V mire nauchnich otkritiy. – Krasnoyarsk : Science-innovative center, 2011. – Vol. 12. – Pp. 194–205.

6. System-based approach of data protection of information system "Electronniy facultet" / G. Blagodatskiy [et al.] // V mire nauchnich otkritiy. – 2011. – Vol. 12(24). – Pp. 72–82.

7. *Vologdin, S.* Methods and algorithms of energy efficiency increasing of multilevel centralized heat supply system / S. Vologdin and B. Yakimovich. – Izhevsk : ISTU of Kalashnikov press, 2015. – 264 p.

8. *Vologdin, S.* Development of a Package of the Applied Programs in the Field of Powers Savings // Annals of DAAAM for 2008 & Proceedings of the 19th International DAAAM Symposium. – Viena : DAAAM International, 2008. – 1505–1506 p.

9. *Akulich, I.* Mathematical programming // Examples and tasks. – St. Petersburg : Lan, 2011, – 352 p.

10. *Rabiner, L.* Digital signal processing theory and application / L. Rabiner, and B. Goild. – Moscow : Mir, 1978. – 835 p.

11. *Shuravin, A*. Genetic algorithm for building thermal mode optimization by adjusting balancing valves of risers / A. Shuravin and S. Vologdin // Intellectualnie systemi v proizvodstve. – 2018. – Vol. 16(2). – Pp. 113–120.

12. *Muñoz, E.* Rationalizing Efficient Compositional Image Alignment / E. Muñoz, P. Márquez-Neila and L. Baumela // The Constant Jacobian Gauss-Newton Optimization Algorithm. – 2015. – Vol. 112(3). – Pp. 354–372.

13. Optimal cost almost-sure reachability in POMDPs / K. Chatterjee [et al.] // Artificial Intelligence. – 2016. – Vol. 234. – Pp. 26–48.

14. *Khritonenko, D.* Distributed self-configuring evolutionary algorithms for artificial neural networks design // D. Khritonenko and E.emenkin // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta imeni akademika M. F. Reshetneva. – 2013. – Vol. 4(50). – Pp. 112–116.

Секция 3. ИНДУСТРИЯ 4.0, МАШИНОСТРОЕНИЕ И МЕХАТРОНИКА

И. В. Абрамов, доктор технических наук, профессор
Ю. В. Турыгин, доктор технических наук, профессор
E-mail: turygin_uw@mail.ru
А. И. Абрамов, кандидат технических наук, доцент
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Опыт подготовки магистров по направлению 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

В статье раскрываются особенности подготовки магистров по направлению 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова на основе закона РФ «Об образовании» и Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО), выявлены основные элементы, определяющие элитность магистерской подготовки, дан анализ ООП и учебного плана. Показана важная роль в подготовке магистров индивидуальной самостоятельной научно-исследовательской работы магистрантов под руководством персонального научного руководителя и ВКР в получении, компетенций предусмотренных ФГОС ВО.

Ключевые слова: основная образовательная программа; профессиональные компетенции; магистерский семинар; научно-исследовательская работа магистранта; выпускная квалификационная работа.

Введение

Проводимая в 90-е годы прошлого столетия в России модернизация образования была нацелена на создание многоуровневой подготовки специалистов с высшим образованием и интеграцию России в мировое и европейское образовательное пространство [1]. В рамках проводимой модернизации высшего образования подготовка магистров в Ижевском государственном техническом университете началась с 1996 г. по направлению «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» по программе «Технология автоматизированного машиностроения» на кафедре «Мехатронные системы». Присоеди-

© Абрамов И. В., Турыгин Ю. В., Абрамов А. И., 2019

нение России к Болонскому процессу ускорило процесс перехода на многоуровневую систему высшего образования. Шесть основных принципов Болонской декларации расширяют возможности трудоустройства выпускников вузов [2, 3, 7, 8].

Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» № 273-ФЗ от 29 декабря 2012 г. развивает систему российского высшего образования, выделяя несколько уровней подготовки специалистов: бакалавриат, специалитет, магистратуру, аспирантуру, и закрепляет основные принципы Болонской декларации [4].

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» (уровень магистратуры) представляет собой совокупность требований, обязательных при реализации основных профессиональных образовательных программ второго уровня высшего образования – программ магистратуры по направлению подготовки [5].

В рамках реализации автономии университета и в соответствии с требованиями разделов III «Характеристика направления подготовки» и IV «Характеристика профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу магистратуры» ФГОС ВО [5] и заявок предприятий региона была разработана и согласована с работодателями (АО «Ижевский мотозавод «Аксион-холдинг», АО «ИЭМЗ «Купол») основная образовательная программа академической магистратуры «Мехатронные системы в машино- и приборостроении» для очной формы обучения.

Организация учебного процесса

Подготовка магистров на кафедре «Мехатронные системы» по направлению «Мехатроника и робототехника» рассматривается как элитное образование за счет увеличения времени индивидуальной самостоятельной работы под руководством научного руководителя, развития способностей магистранта при выполнении самостоятельной научно-исследовательской, научно-педагогической, производственно-ориентированной работы и подготовки магистерской диссертации – выпускной квалификационной работы. Выделены следующие требования обеспечения элитности (высокого уровня образования) образования в магистратуре: конкурсный отбор, наличие персонального научного руководителя с начала обучения, набор курсов по выбору и факультативных курсов, при изучении отдельных дополнительных курсов возможно получение свидетельств о повышении квалификации в рамках дополнительного профессионального образования, активное участие в научно-практических и научно-производственных семинарах, конфе-

ренциях, круглых столах, подготовка публикаций по результатам собственных исследований (изысканий), посещения заказных лекций ведущих специалистов в области науки и техники, посещение лекций и семинаров, проводимых приглашенными зарубежными специалистами и учеными, прохождение практик и стажировок в ведущих вузах и организациях России и за рубежом, возможность освоения работы на современной научно-исследовательской и производственной базе, участие в общественной, культурно-массовой и спортивной жизни магистратуры и ИжГТУ имени М. Т. Калашникова.

Элитность и уровень образования во многом зависит от личности и заинтересованности магистранта и личности его научного руководителя.

Основная направленность основной образовательной программы – подготовка магистров к научно-исследовательской работе.

При разработке учебного плана был учтен опыт подготовки магистров по ФГОС предыдущего поколения, что позволило сформировать базовую часть с учетом преемственности содержания обучения.

Учебный план в соответствии с требованиями ФГОС ВО по первому блоку содержит (включает в себя) базовую и вариативную части. Общая трудоемкость освоения дисциплин по первому блоку составляет 60 ЗЕТ.

В блоке 2 учебного плана «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)», который в полном объеме относится к вариативной части программы, запланированы три практики: учебная, производственная и производственная (преддипломная практика). Кроме того, в этом блоке предусмотрена научно-исследовательская работа магистранта в 1, 2 и 3-м семестрах и включает в себя магистерский семинар и работу по индивидуальной тематике, связанной с выпускной квалификационной работой (ВКР).

Одной из основных активных форм обучения профессиональным компетенциям является магистерский семинар, к работе которого привлекаются ведущие исследователи и специалисты-практики, он служит основой корректировки индивидуальных учебных планов магистрантов. Конечная задача семинара – сделать научную работу магистрантов постоянным и систематическим элементом учебного процесса, чтобы они смогли детально освоить технологию и «кухню» научно-исследовательской деятельности.

Научно-исследовательский семинар проводится в течение трех семестров. Работа в научно-исследовательском (магистерском) семинаре в течение всех лет обучения (первого и второго курсов) является для магистранта обязательной. Магистерский семинар включает ежене-

дельные аудиторные занятия. Планом семинара предусмотрены творческие встречи с ведущими учеными, специалистами региона в области робототехники, мехатроники, механики и автоматизации производства, обеспечивающие вхождение магистрантов в научно-техническую и производственную инфраструктуру региона.

Третий блок посвящен государственной итоговой аттестации и включает в себя подготовку и сдачу государственного экзамена, подготовку и защиту выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

В соответствии с «Положением о государственной итоговой аттестации по образовательной программе магистратуры 15.04.06-1 «Мехатронные системы в машино- и приборостроении» [6] государственный экзамен по содержанию реализуется в виде междисциплинарного экзамена и предполагает, что ответ на каждый вопрос требует знаний различных дисциплин. В каждом билете содержится четыре вопроса, заранее определенные решением выпускающей кафедры. Первый вопрос во всех билетах одинаков «Обоснование научно-технических решений магистерской выпускной квалификационной работы (диссертации)» касается тематики ВКР. Критерии оценки ответов определены в Положении о ГИА, однако при неудовлетворительном ответе на первый вопрос билета экзаменационная комиссия готовит представление для заседания кафедры о недопуске магистранта к защите ВКР.

Значительное место в подготовке магистров по направлению 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» занимает самостоятельная работа обучающегося под руководством руководителя по индивидуальной тематике (НИРМ), а также подготовка и защита выпускной квалификационной работы (ВКР), являющихся частью ГИА.

Выпускная квалификационная работа магистра может быть направлена на решение одной из следующих задач:

– выполнение теоретических и/или экспериментальных исследований с целью получения научных результатов, совершенствования существующих научных теорий и методов исследования;

– решение актуальной прикладной задачи, отвечающей современным интересам и потребностям области практической деятельности отрасли по выбранному направлению подготовки магистров.

Примерная тематика научно-исследовательской работы (ВКР) формулируется персонально для каждого магистранта не позднее октября месяца первого года обучения.

Выпускная квалификационная работа выполняется в период прохождения практик и выполнения научно-исследовательской работы

и представляет собой самостоятельную и логически завершенную работу, связанную с решением задач того вида деятельности, к которой готовится магистрант. В процессе выполнения ВКР магистранты демонстрируют степень освоения и глубину получения компетенций, регламентированных ФГОС по направлению 15.04.06.

Программой подготовки магистрантов направления «Мехатроника и робототехника» предусмотрена возможность реализации принципа академической мобильности. В рамках заключенных ИжГТУ имени М. Т. Калашникова международных договоров в области образования и НИР с университетами Германии, Чехии, Словакии, Египта и других стран магистранты могут проходить включенное обучение и стажировки в вузах-партнерах продолжительностью до одного года.

Важным элементом академической мобильности обучающихся по программам направления «Мехатроника и робототехника» служит участие магистрантов в конференциях других вузов и участие магистрантов других вузов в конференциях, что обеспечивает обмен информацией о проводимых НИР, развитию коммуникабельности приобретению (получению, развитию) компетенций предусмотренных ФГОС.

Заключение

Вступление России в Болонский процесс потребовало не только совершенствования нормативно-правовой базы на всех уровнях управления системой высшего образования, но и предоставило университетам соответствующие академические свободы по разработке основных образовательных программ с учетом требований реального сектора экономики, а также возможность осуществлять обмен магистрантами и преподавателями с российскими и зарубежными вузами.

Разработанная в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова основная образовательная программа по направлению 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» ориентирована на научно-исследовательский вид деятельности и предусматривает важные особенности учебного процесса, такие как организация индивидуальной самостоятельной работы магистранта под руководством научного руководителя, проведение трех циклов семинаров по научно-исследовательской работе магистрантов с участием ведущих ученых и специалистов предприятий, академический характер ВКР, позволяющий магистрантам освоить в полной мере весь набор компетенций, предусмотренных ФГОС ВО для данного вида деятельности, что позволяет им успешно адаптироваться в реальном секторе экономики

Список литературы

1. *Кинелев, В. Г.* Объективная необходимость. История, проблемы и перспективы реформирования высшего образования России. – М. : Республика, 1995. 328 с.; ил.

2. *Абрамов, И. В*. Ижевский государственный технический университет – открытый инновационный университет: перспективная модель развития : моногр. / И. В. Абрамов, С. Г. Селетков. – 2-е изд., с изм. и доп. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2006. – 92 с.

3. *Chmelíková, Gabriela*. ICT for learning and teaching development at Slovak university of technology / Gabriela Chmelíková, Mária Tóthová. In EDULEARN15 Proceedings [elektronický zdroj] : 7th International Conference on Education and New Learning Technologies : Barcelona, Spain, 6–8 July, 2015. 1st ed. [S.l.] : IATED, 2015, DVD-ROM. – S. 7560–7565.

4. Российская Федерация. Законы. Об образовании в Российской Федерации : федер. закон [от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ (ред. от 03.07.2016, с изм. от 19.12.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017)] // КонсультантПлюс.

5. Министерство образования и науки Российской Федерации. Приказы. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (уровень магистратуры) (Зарегистрировано в Минюсте России 16.12.2014 № 35187) // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173673/ (дата обращения: 12.03.2019).

6. Положение о государственной итоговой аттестации по образовательной программе магистратуры 15.04.06-1 Мехатронные системы в машино- и приборостроении направления 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» кафедра Мехатронные системы (Утверждено проректором по УР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова В. В. Хворенковым 21.05.2016 г.). URL: https://istu.ru/

7. *Малина, О. В*. Некоторые социально-экономические аспекты реформирования ВПО России / О. В. Малина, Ю. В. Турыгин // Вузы России и Болонский процесс : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию Урал. гос. ун-та – УПИ, 18–19 окт. 2005 г. – Екатеринбург : Изд-во УМЦ УПИ, 2005. – С. 187–188.

8. *Chmelíková, Gabriela*. Doctoral studnets and necesary academic skills. In R&E source. Special issue 4. New approaches t engineering pedagogy, online. – 2015. – Pp. 28–31.

Л. И. Жданова, кандидат физико-математических наук, доцент,
доцент кафедры «Физика и оптотехника»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
E-mail: lizlizhd@mail.ru

Строение и биологическая активность некоторых ацилдиэтилентриамидов фосфорной кислоты

В работе обсуждается влияние метокси-заместителя и его положения в бензольном кольце молекулы N-бензоил-N',N',N'',N''-диэтилентриамида фосфорной кислоты на молекулярное, электронное строение и биологическую активность. Комплексное изучение методами рентгеноструктурного анализа и квантовой химии позволяет установить взаимосвязь структурных параметров и противоопухолевой активности этих соединений.

Ключевые слова: фосфорорганические соединения; молекулярное строение; электронная структура; биологическая активность.

Введение

Среди различных групп синтетических химических веществ, используемых в онкологической практике, наиболее важными и распространенными продолжают оставаться алкилирующие соединения. К основным типам этой группы веществ относятся производные хлорэтиламинов, азиридинов (этилениминов), производные гидразинов, триазенов и т. д. [1]. Антибластическая активность, токсичность и селективность действия алкилирующих веществ типа хлорэтиламинов и этилениминов в основном зависят от характера носителя и размещения цитотоксических групп в молекуле [1–3].

Несмотря на то что к настоящему времени осуществлен синтез и изучение антибластических свойств большого числа соединений из группы этилениминов, ценными в практическом плане продолжают оставаться этиленимино производные фосфорных кислот.

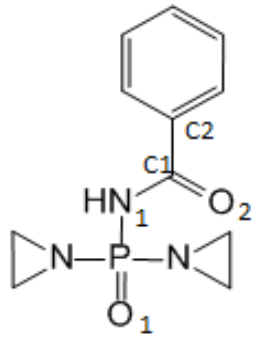
Эффективные противоопухолевые препараты были найдены в ряду ацилдиэтилентриамидов фосфорной кислоты R-Ar-CONH-$P(O)(NCH_2CH_2)_2$ [3], где R-заместители в бензольном кольце молекулы.

В этой группе соединений выраженным терапевтическим действием выделяется препарат бензотеф (N-бензоил-N',N',N'',N''-диэтилентриамида фосфорной кислоты) (I) и такие его производные, как фторбензотэф и дийодбензотэф. Антибластическая активность, токсичность

© Жданова Л. И., 2019

и селективность действия производных ряда бензотэфа зависят от характера заместителя и его положения в бензольном кольце.

В настоящей работе проведен сравнительный анализ молекулярных структур, проанализированы параметры электронного строения и данные по антибластической активности N-бензоил-N',N',N'',N''-диэтилентриамида фосфорной кислоты (I) [4] и его производных: N-мета-метоксибензоил-N',N',N'',N''-диэтилентриамида фосфорной кислоты (II) [5] и N-пара-метоксибензоил-N',N',N'',N''-диэтилентриамида фосфорной кислоты (III) [6]. Структурная формула соединения I представлена на рисунке.



Структурная формула соединения
N-бензоил-N',N',N'',N''-диэтилентриамида фосфорной кислоты

Полагается, что алкилирующие соединения реагируют по механизму электрофильных взаимодействий, включая образование в ходе метаболических реакций высокореакционных азиридиновых интермедиатов, которые активно взаимодействуют с нуклеофильными центрами азотистых оснований ДНК и РНК, что приводит к нарушениям функциональных свойств ДНК и гибели клеток [2].

Важную роль в изучении свойств биологически активных соединений играет установление возможных взаимосвязей между их структурными параметрами и параметрами биологической активности. Для анализа зависимостей «структура – активность» успешно используются, наряду с результатами рентгеноструктурного анализа (параметры молекулярной структуры), квантово-химические параметры электронного строения соединений. Установление взаимосвязей между этими параметрами и антибластической активностью противоопухолевых соединений вносит вклад в понимание электронных механизмов их

действия, позволяет предположить возможную активность химического соединения без проведения экспериментальных биологических испытаний и может послужить основой для синтеза соединений с ожидаемыми свойствами.

Экспериментальные приборы и методы

В работе использованы результаты рентгеноструктурных исследований кристаллических структур соединений I-III, выполненных на эквинаклонном дифрактометре ДАР-УМБ на CuK_α-излучении [4–6]. Расчет электронного строения изолированных молекул I-III проведен без предварительной геометрической оптимизации методом CNDO/2.

Результаты и выводы

Анализ молекулярных структур в ряду соединений I-III показал, что конформации метокси-производных II и III отличаются от конформации незамещенной молекулы I. В отличие от молекулы I, в которой наблюдается планарная конфигурация центрального фрагмента O=P – NH – CO, в II и III связи O=P и N1-C1 гош-ориентированы. Конформация диэленфосфорильного фрагмента в молекулах I-III такова, что оба трехчленных цикла заслоняют фосфорильную связь P=O.

Введение метокси-группы –OCH_3 в мета-положение бензольного кольца сопровождается увеличением длин связей между атомом фосфора и атомами азота N2 и N3 этиленимининых циклов от 1.643 и 1.645 Å в I до 1.657 и 1.658 Å в II. При этом длина связи между атомом фосфора и атомом азота карбамидного фрагмента P-N1 практически не изменяется – 1.671 Å в I и 1.670 Å в II. Введение метокси-группы в параположение бензольного кольца в III приводит к еще большему изменению фосфорамидных связей. Причем длины связей P=O и N1-C1 несколько увеличиваются по сравнению с I и II.

В молекуле бензотэфа геометрия одного из азиридиновых циклов заметно искажена по сравнению с идеальной: связи N–C заметно различаются по длине, а связи C–C сильно укорочены и принимают значения в интервале 1.32–1.42 Å. В молекуле II геометрия трехчленных циклов искажена в меньшей степени, чем в молекуле бензотэфа: длины связей C–C возрастают до 1.458 и 1.459 Å. В молекуле III длины этих связей еще увеличиваются до 1.478 и 1.469 Å. Указанные изменения сопровождаются, в частности снижением противоопухолевой активности этих соединений на штамме опухоли саркома 180.

Согласно данным работы [3], антибластическая активность соединения I на штамме саркома 180 является одной из наиболее высоких (процент торможения роста опухоли порядка 95 %). Введение меток-

си-фрагмента в метаположение бензольного кольца сопровождается снижением антибластической активности этих соединений на данном штамме опухоли, а введение этой группы в параположение приводит к еще большему снижению противоопухолевого эффекта.

С целью объяснения наблюдаемых изменений в молекулярной структуре соединений I-III и различия их противоопухолевой активности были выполнены квантовохимические расчеты этих соединений. Анализ результатов расчетов бензотэфа и его метоксипроизводных показал, что электронное строение молекулы бензотэфа заметно отличается от ее производных.

Наибольший положительный заряд в незамещенной молекуле I сосредоточен на атоме фосфора и равен 0.428 е, наибольший отрицательный заряд – на фосфорильном атоме кислорода O1 и равен –0.350 е. Заряды на атомах азота отрицательны. Причем на плоскостртигональном атоме азота N1 его величина больше, чем на этилениминных атомах азота, имеющих пирамидальную конфигурацию валентных связей. На атомах азота N1 и кислорода O2 карбамидного фрагмента заряды равны –0,254е и –0.338 е, соответственно.

Введение метокси-группы в мета- и параположения бензольного кольца в молекулах II и III сопровождается заметной делокализацией электронной плотности с атомов, кратной связи P=O. В них наблюдается увеличение электронной плотности на атомах азота и кислорода карбамидного фрагмента. Величина отрицательного заряда на атоме N1 возрастает до –0.261е и –0, 269 е. в II и III, а на атоме O2 до –0,344 е и –0,340 е, соответственно. Причем в метоксипроизводных отрицательный заряд на атоме O2 карбонильной группы оказывается больше, чем на фосфорильном атоме кислорода O1.

Введение метокси-группы и ее положение оказывает влияние на прочность связи между фрагментами –NH-CO- и -Ar–OCH_3, ковалентная составляющая энергии связи C1–C2 в ряду молекул I-III возрастает, а энергия связи N1-C карбамидного фрагмента напротив уменьшается.

Анализ верхней занятой орбитали (ВЗМО), характеризующей электроннодонорные свойства молекулы, показал, что в молекулах I-III ВЗМО локализована на фрагменте NH–CO-. Наибольший вклад в ее волновую функцию вносят атомные орбиталти (АО) атомов O2 и N1. Причем в ряду соединений I-III вклад АО этих атомов уменьшается. Снижение электроннодонорных свойств атомов –NH–CO- фрагмента, ослабление связи N1–C коррелирует с уменьшением антибластической активности этих соединений на штамме опухоли саркома 180.

Известно, что пространственное строение молекул влияет на физико-химические свойства веществ, на реакционную способность соеди-

нений, следовательно, на биологическую активность. В метоксипроизводных расположение этилениминных циклов относительно бензамидного фрагмента –NH–CO в пределах молекулы различно, и при изменении ориентации циклов степень внутримолекулярного взаимодействия также различна. Установлено, что высокоэнергетические конформационные состояния в этих молекулах обусловлены главным образом усилением невалентных взаимодействий и отталкиванием либо между этилениминными циклами, либо между последними и фрагментом амида бензойной кислоты. Глобальному минимуму энергии соответствует такое положение, при котором оба этилениминных цикла заслоняют фосфорильную связь P=O, а неподеленные электронные пары (НЭП) этилениминных атомов азота трансориентированы по отношению к ней. Такая ориентация наблюдается в молекуле бензотэфа. Найденные в кристалле конформационные формы молекул II и III располагаются вблизи глобальных минимумов этих молекул. Таким образом, найденное в метоксипроизводных бензотэфа II и III пространственное строение энергетически выгодно и является результатом внутримолекулярного взаимодействия. Можно ожидать, что реализованная в кристалле конформация с наибольшим весом будет присутствовать в растворе.

Наблюдаемые тенденции зависимости антибластического действия соединений от их структурных параметров свидетельствуют в пользу того, что для этилениминопроизводных соединений важную роль в проявлении противоопухолевого эффекта могут играть ближайшие к циклам нуклеофильные центры O1, O2, присутствие которых может способствовать раскрытию этилениминных циклов и которые могут принимать участие в стабилизации карбокатионов, влияя тем самым на избирательность действия препаратов.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что в проявлении противоопухолевого эффекта ацилдиэтилентриамидов фосфорной кислоты на штамме опухоли саркома 180 участвует не только алкилирующая группа диэтилениминофосфорильная группа, но и ее носитель – производные амида бензойной кислоты, способный влиять на процессы фрагментации молекул. Возможно, этим объясняется большая эффективность и меньшая токсичность бензотэфа и его производных по сравнению с препаратами ТЭФ и ТИОТЭФ, в структуре которых этот фрагмент отсутствует.

Полученные данные дают информацию о возможных путях изменения реакционной способности в данной группе соединений, что весьма важно при исследовании устойчивости молекул в организме и путях их биотрансформации.

Список литературы

1. Химиотерапия злокачественных опухолей / под ред. Н. Н. Блохина. – М. : Медицина, 1977. – 320 с.
2. *David M. Noll, Tracey McGregor Mason, Paul S. Miller* Formation and Repair of Interstrand Cross-Links in DNA // Chem. Rev. – 2006. – V. 106. – Pp. 277–301.
3. *Проценко Л. Д., Булкина З. П.* Химия и фармакология синтетических противоопухолевых препаратов. – Киев : Наук. думка, 1985. – 268 с.
4. Кристаллическая и молекулярная структура бензотэфа (N-бензоил-N',N',N'',N''-диэтилентриамида фосфорной кислоты / О. Н. Реброва [и др.] // ДАН. – 1982. – Т. 266, № 6. – С. 1391–1395.
5. Кристаллическая и молекулярная структура N-пара-метоксибензоил-N',N',N'',N''-диэтилентриамида фосфорной кислоты / Л. И. Жданова [и др.] // ДАН. – 1986. – Т. 287, № 1. – С. 119–122.
6. Кристаллическая и молекулярная структура N-мета-метоксибензоил-N',N',N'',N''-диэтилентриамида фосфорной кислоты / Л. И. Жданова [и др.] // ДАН. – 1986. – Т. 288, № 6. – С. 1354–1357.

М. А. Котельников, аспирант
E-mail: mixailkotelnikov@mail.ru
А. В. Щенятский, доктор технических наук, профессор
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
E-mail: bkkupol@istu.ru

Расчет и сравнительный анализ чувствительного элемента навигационных приборов

В данной статье приведен расчет напряженно-деформированного состояния цилиндрического чувствительного элемента навигационного датчика методом конечных элементов. Выведены задачи для дальнейшего изучения и сделаны выводы о проделанной работе.

Ключевые слова: навигационный датчик; чувствительный элемент (ЧЭ); напряженно-деформированное состояние (НДС); метод конечных элементов (МКЭ); модальный анализ; динамический анализ.

Введение

В современной технике существует множество различных датчиков, работающих на принципах, основанных на создании собственной частоты и измерения отклонения. Чувствительные элементы (ЧЭ) самого датчика могут иметь различные геометрические формы, разме-

© Котельников М. А., Щенятский А. В., 2019

ры основных элементов, кроме того, современные материалы, из которых изготавливаются данные детали, имеют значительное расхождение в свойствах. Технология изготовления элемента может внести значительный вклад в создание анизотропии, влияние которой применительно к данному изделию еще не изучено. Следовательно, актуальными являются разработка, исследование влияния материалов и геометрических параметров ЧЭ, выполненного в виде двух цилиндров с разными диаметрами и высотами на его собственные частоты и НДС.

В настоящей научной статье проведен анализ влияния геометрических параметров и применения различных материалов ЧЭ на его собственные частоты и НДС, что позволяет подтвердить целесообразность изготовления данного типа датчиков [1, 2].

Основная часть

Навигационный датчик с цилиндрическим ЧЭ является новой разработкой в современной гироскопии. На рис. 1 представлен эскиз ЧЭ.

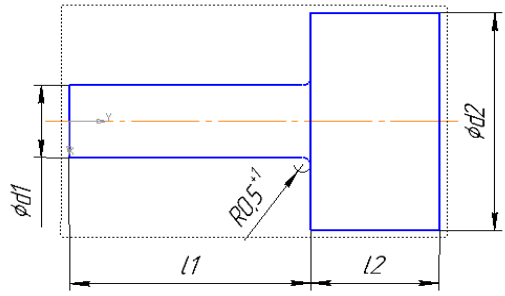


Рис. 1. Эскиз чувствительного элемента

Основное преимущество датчика с цилиндрическим ЧЭ заключается в том, что он технологичен в изготовлении и дешев в изготовлении. Недостаток в том, что данный тип ЧЭ мало изучен. Поэтому, в первую очередь, необходимо провести анализ работоспособности данного ЧЭ и оценить влияние его геометрических параметров на собственные частоты колебаний [1, 2].

Анализ стержневого ЧЭ

К чувствительному элементу во время его работы прикладываются гармонически изменяющиеся по определенному закону силы (рис. 1), тем самым вынуждая его деформироваться и совершать колебания.

Величины деформаций и их распределение по телу ЧЭ обусловлены его геометрическими параметрами и применяемыми материалами. Кроме того, на разных частотах направления и величины будут значительно различаться, следовательно, необходимо провести динамический и модальный анализ конструкции ЧЭ, в результате которого необходимо получить следующие показатели [3]:

– возможные моды колебаний;
– собственные частоты ЧЭ;
– максимальная амплитуда колебаний подвижной части;
– предельная нагрузка, приводящая к разрушению конструкции;
– напряжение и деформация при различных прикладываемых силах.

В результате полученных данных можно будет оценить влияние геометрических параметров и их соотношений на характеристики ЧЭ и сделать вывод о возможности изготовления опытного образца для проведения натурного эксперимента, продолжив дальнейшее изучение.

Исследование проводилось методом конечных элементов. Материалом ЧЭ (для первичных расчетов) выберем кварцевое стекло с характеристиками, занесенными в табл. 1.

Таблица 1. **Характеристики кварцевого стекла**

№ п/п	Наименование	Значение
1	Плотность	2,2 гр/см^3
2	Модуль Юнга	$7{,}5\times10^{10}$ Н/м^2
3	Коэффициент Пуассона	0,19

В датчике ЧЭ закрепляется за нижнюю часть цилиндра с меньшим диаметром, а подвижным элементам будет являться цилиндр большего диаметра, поэтому в программе для моделирования фиксируем нижнюю часть цилиндра с меньшим диаметром. Крепление цилиндра обеспечивает неподвижность поверхностей в области прижима в радиальном, окружном и осевом направлениях. Поворот также невозможен. Исходя из вышесказанного проводим анализ. Для получения более достоверной информации при моделировании и проведении расчетов выполняем сгущение сетки конечных элементов [4, 5] в зонах изменения геометрии.

Результаты анализа

Определение возможных мод колебаний

При первой моде колебаний подвижная часть движется вдоль оси *X*, с собственной частотой 17,5 кГц. При этом наибольший изгиб происходит в в месте стыка подвижного и неподвижного цилиндров (рис. 2).

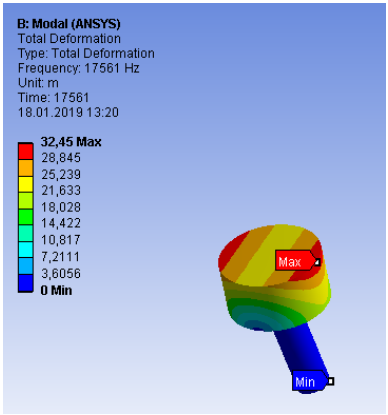


Рис. 2. Первая мода колебаний

Вторая мода колебаний проявляется при частоте 18 кГц и является ортогональной к первой форме.

Первую и вторую форму колебаний можно условно назвать рабочими, т. к. предполагается, что на практике ЧЭ будет вести себя таким образом.

В связи с тем, что для 3–10 мод колебаний необходима частота свыше 30 кГц, а также данные моды имеют неудобную для управления форму, то для дальнейшего изучения ЧЭ можно проводить на более низких частотах. Динамический анализ (расчет НДС) проведем для первой моды колебаний с собственной частотой 5381,5 Гц [5].

Расчет НДС

Поскольку предел прочности кварцевого стекла равен 38 МПа, выберем такую силу, чтобы максимальное напряжение превысило предел прочности (рис. 3), а затем будем уменьшать прикладываемую силу так, чтобы амплитуда подвижной части была примерно 1,5 (рис. 4) мкм, а также был запас по прочности.

На рис. 3 и 4 показано НДС чувствительного элемента: максимальная сила для того, чтобы разрушить ЧЭ, равная 1×10^{-3} Н, а для рабочего состояния необходима сила 4×10^{-5} Н.

Основываясь на результатах динамического анализа, можно сказать, что оптимальным и безопасным будет возбуждение с приложенной силой 4×10^{-5} (Н), т. к. предполагается, что для получения этой силы необходимо относительно небольшое напряжение питания, деталь будет иметь низкое напряжение в месте стыка цилиндров, чем гаранти-

руется целостность ЧЭ во время работы. Перемещение подвижной части будет происходить с амплитудой 1,5 мкм [5].

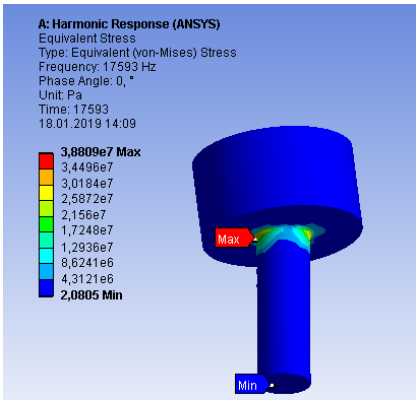


Рис. 3. НДС ЧЭ при прикладываемой силе 1×10^{-3} Н

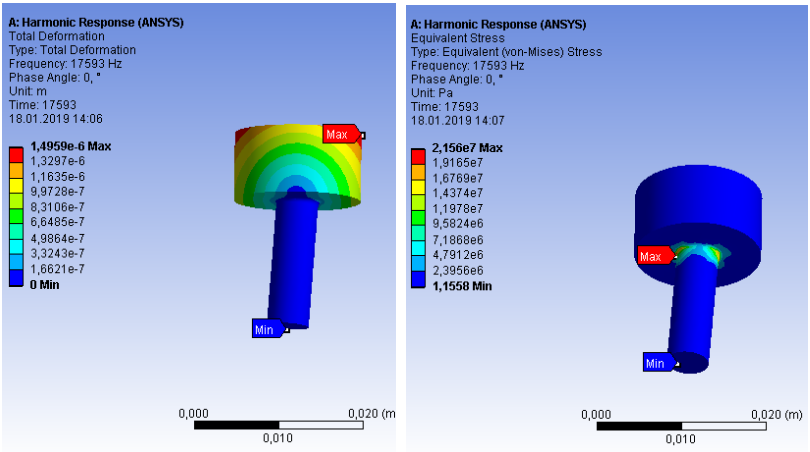


Рис. 4. Перемещение подвижной части и НДС ЧЭ при прикладываемой 4×10^{-5} Н

Проведенный анализ показал, что, с одной стороны, можно произвести ЧЭ для проведения эксперимента, т. к. для его возбуждения требуется небольшая сила, а также ЧЭ способен выдерживать нагрузку при этой силе, но, с другой стороны, необходимо провести численные

эксперименты путем изменения материала ЧЭ и сделать вывод о наиболее подходящем материале для ЧЭ.

Влияние материала на выходные характеристики

Исследования влияния различных материалов на технические характеристики выполнялись в следующей последовательности.

На первом этапе выбрали материалы, подходящие для ЧЭ – кварцевое стекло, алюминий, сталь, сплав алюминия.

На втором этапе рассматривалось изменение собственной частоты, перемещение подвижных частей и максимальное напряжение при изменении материала, результаты занесены в табл. 2. Анализ проводился методом конечных элементов [2, 4]. По полученным результатам построим графики и сделаем вывод о наиболее подходящем материале для резонатора. Исходными данными примем значения времени становления в рабочий режим гироскопа, опираясь на ТЗ.

Таблица 2. **Влияние материала на выходные параметры**

Материал резонатора	Измеренная собственная частота ЧЭ, Гц	Максимальное перемещение подвижной части, мкм	Максимальное напряжение, МПа
Кварцевое стекло	17,5	1,5	21,6
Сталь	26,4	0,15	3,2
Алюминий	16,2	1,6	9,04
Сплав алюминия	19,6	1,3	12,46

На основании табл. 2 сделаем следующие выводы:

1. Все измеренные собственные частоты ЧЭ могут быть реализованы на практике, но лучше всего осуществляется съем информации при диапазоне собственных частот от 15 до 20 кГц. Следовательно, по первому показателю ЧЭ из стали не удовлетворяет требованиям.

2. По измеренному максимальному перемещению подвижной части можно считывать необходимую информацию, таким образом, лучше всего подходит образец из кварцевого стекла и алюминия.

3. По измеренному максимальному напряжению видно, что все образцы удовлетворяют требованиям по запасу прочности.

Заключение

В данной научной статье был рассмотрен модальный и динамический анализ ЧЭ навигационного прибора, в которых были определены: возможные моды колебаний, собственные частоты ЧЭ, максимальная амплитуда колебаний подвижной части, максимальная прикладываемая сила, дальнейшее увеличение которой приведет к разрушению конст-

рукции, напряжение и деформация на резонансной частоте при различных силах, были рассмотрены образцы из разных материалов. На данной стадии исследования для изготовления ЧЭ лучше всего подходит кварцевое стекло и алюминий. По полученным значениям можно сделать вывод, что целесообразно проводить дальнейшее изучение конструкции ЧЭ для получения лучших показателей.

Список литературы

1. Постановка задачи математического моделирования стержневого чувствительного элемента твердотельного волнового гироскопа / М. А. Котельников [и др.] // Интеллектуальные системы в производстве. –2016. – С. 69–73.

2. *Котельников, М. А*. Анализ стержневого чувствительного элемента твердотельного волнового гироскопа / М. А. Котельников, А. В. Щенятский // Интеллектуальные системы в производстве. – 2016. – С. 189–195.

3. *Чухланцев, Е. С*. Исследование нагрузочной способности поликонтактного неравножесткого соединения с натягом численными методами / Е. С. Чухланцев, А. В. Щенятский // Интеллектуальные системы в производстве. – 2013. – С. 167–170.

4. *Зенкевич, О*. Метод конечных элементов в технике / пер. с англ. ; под ред. Б. Е. Победри. – М. : Мир, 1975. – 541 с.

5. *Айроне, Б*. Задачи о собственных значениях матриц конструкции: исключение лишних переменных // Ракетная техника и космонавтика. – 1965. – Т. 3, № 5. – С. 207.

С. Н. Красильников, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Промышленные технологии»
E-mail: krasilnikov477@yandex.ru
Т. П. Чепикова, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Промышленные технологии»
Чайковский технологический институт (филиал)
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова
E-mail: chepikova_tanja@mail.ru

Моделирование лабораторных стендов для исследования ременных передач

В данной работе рассматриваются модели лабораторных стендов для исследования ременных передач с их основными характеристиками и конструктивными элементами для испытания и исследования ременных передач, которые являются одними из самых старых, но в то же время и самых распространенных видов механических передач.

© Красильников С. Н., Чепикова Т. П., 2019

Ключевые слова: ременная передача – механическая передача, передающая нагрузку силами трения с помощью гибкой связи (упругого ремня); лабораторный стенд – устройство (установка) предназначенное для получения информации о нескольких физических величинах исследуемого объекта.

Для исследования характеристик ременных передач испытания проводятся как передач в целом, так и отдельно образцов ремней, при этом применяются универсальные и специальные стенды. При стендовых испытаниях определяются физико-механических свойства материалов необходимые для дальнейшей разработки рецептур, конструкций и технологии изготовления ремней, а также эксплуатационные характеристики тяговая способность и КПД. Стендовые испытания дают материал для совершенствования конструкции передач и для уточнения расчета.

При испытании ременных передач применяют три основные схемы [1]: пробежную (рис. 1, *а*), с тормозом (рис. 1, *б*) и с замкнутым контуром (рис. 1, *в*).

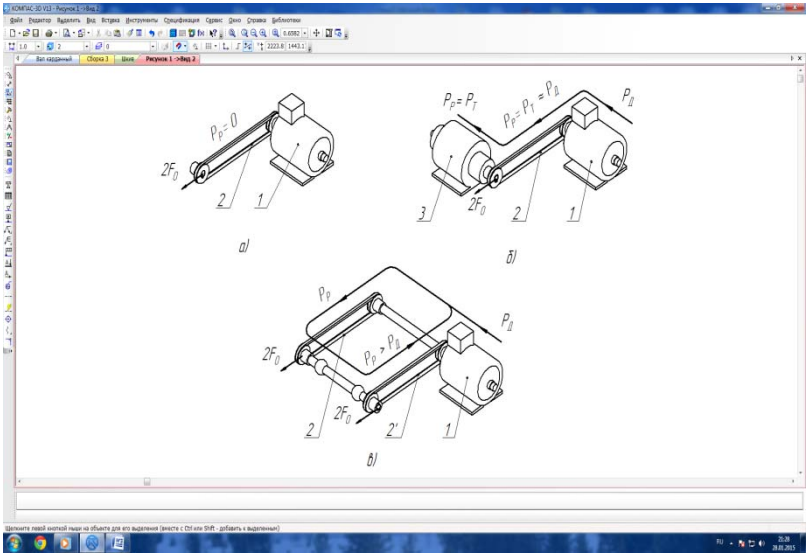


Рис. 1. Принципиальные схемы испытательных стендов

Пробежные стенды имеют простейшую конструкцию и применяются для ресурсных исследований ремней при их работе без передачи мощности ($P_P = 0$, P_P – мощность, передаваемая ведомым шкивом пе-

редачи). Мощность двигателя *1* выбирается из условия прокручивания испытуемой передачи *2* вхолостую при постоянных скоростях вращения и заданном предварительном натяжении ремня $2F_0$.

Стенды с тормозными устройствами и замкнутым контуром предназначены для проведения испытаний ременных передач с передачей мощности ($P_P > 0$) позволяют создавать условия испытания в наибольшей степени приближающиеся к реальным условиям работы передачи, при этом могут проводиться как усталостные испытания, так и исследование тяговых свойств и КПД передач. Испытания ременных передач на этих стендах проводят либо при постоянном предварительном натяжении ремня ($2F_0$ = const), либо при постоянном расстоянии между шкивами.

В стендах с тормозами (рис. 1, *б*) мощность с ведомого вала испытуемой передачи *2* передается на тормоз *3* ($P_P = P_T$; P_T – мощность, поглощаемая тормозом). Мощность $P_Д$ приводного двигателя *1* выбирается по мощности на ведомом валу с учетом потерь в передаче *2*. Основные недостатки этих стендов – большая затрата мощности на испытание и наличие тормозного устройства, которое значительно усложняет конструкцию стенда.

Стенды с замкнутым контуром (рис. 1, *в*), кроме испытуемой передачи *2*, имеют замыкающую передачу *2*', служащую для возврата энергии в контур. Двигатель *1* передает в контур мощность $P_Д$, идущую на восполнение потерь. Кажущаяся мощность $P'_{\mathbf{P}}$, нагружающая передачи, значительно больше мощности, поступающей от двигателя. Такие стенды отличаются надежностью; отсутствие тормоза дает возможность упростить конструкцию.

В конструкции стендов за частую применяются одни и те же конструктивные решения отдельных частей, например, в качестве привода всех типов испытательных стендов применяются балансирные электродвигатели (рис. 2), которые позволяют при испытаниях в достаточно широком диапазоне регулировать частоты вращения. Применение таких двигателей обосновано при снятии тяговых характеристик и КПД, когда необходимо знать момент на приводном валу. Крутящий момент на двигателе контролируют динамометрами, определяющими реактивный момент, а также для измерения могут быть использованы упругие элементы *4* с тензодатчиками или индикаторами *5*.

Для изменения частот вращения шкивов исследуемых передач применяют двигатели с одной или несколькими частотами вращения и вспомогательные сменные ременные передачи *2* (рис. 4) от двигателя *1* к ведущему шкиву *3*.

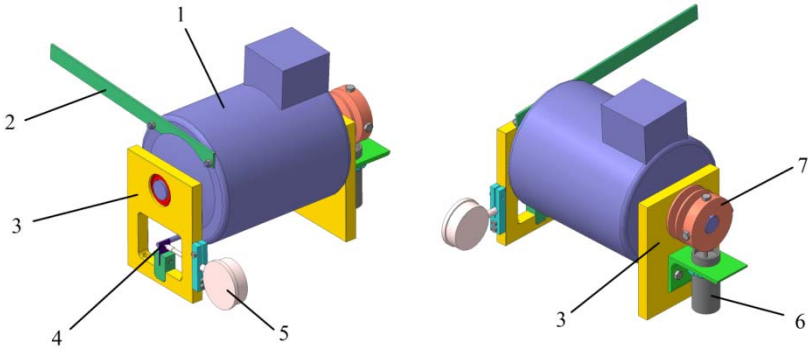


Рис. 2. Двигатель балансирный: *1* – электродвигатель асинхронный; *2* – рычаг тарировочный; *3* – стойки; *4* – пружина плоская; *5* – индикатор часового типа; *6* – датчик тахометра индукционный; *7* – шкив сменный многоручьевой

Для создания нагрузки на исследуемую ременную передачу могут быть применены тормоза электрические, гидравлические, порошковые, воздушные или механические.

Электрические тормоза оправдывает себя только на стендах значительной мощности. Гидравлические тормоза состоят из сложной и громоздкой системы, которая по своей конструкции окажется больше, чем весь испытательный стенд. Порошковый тормоз является самым предпочтительным лабораторным тормозом, но такие тормоза в настоящее время изготовляются по заказам и стоят сотни тысяч рублей. Наиболее простые и компактные – воздушные тормоза, основной недостаток которых – непостоянство трения во времени. Наиболее оптимальным нагружающим устройством в нашем случае окажется механизм *7* рис. 3 с двухступенчатым замкнутым планетарным редуктором, позволяющий плавно создавать и контролировать нагрузку [2].

Любая ременная передача в своей конструкции имеет натяжное устройство для создания необходимых сил трения и в их конструкции необходимо предусмотреть регулировку и контроль силы натяжения.

Натяжение шкивов винтовым механизмом или грузом, имеющих направляющие или укрепленных на рычагах, широко применяют в стендах. Этот способ обеспечивает достаточную точность при простой конструкции. Схемы по рис. 3 позволяют получить натяжение $2F_0$ больше, чем это определяется массой груза. Схемы по рис. 3 и 4 обеспечивают сохранение постоянного натяжения при значительном перемещении шкива.

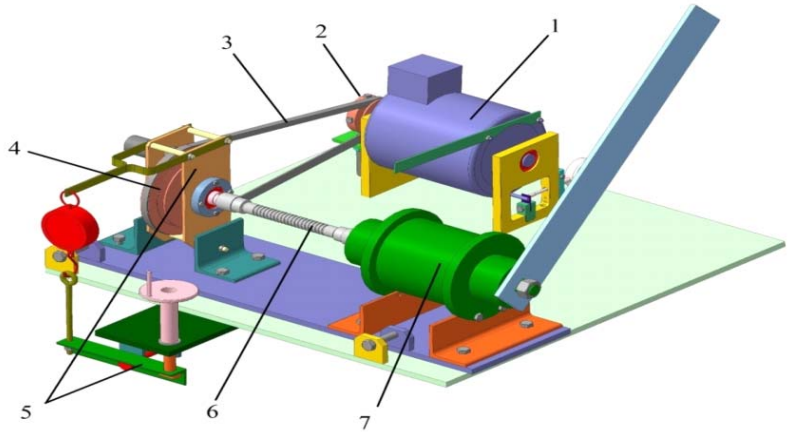


Рис. 3. Модель стенда с тормозом: *1* – двигатель балансирный; *2* – ведущий шкив; *3* – исследуемая ременная передача; *4* – ведомый шкив; *5* – натяжное устройство; *6* – гибкий вал; *7* – нагружающее устройство

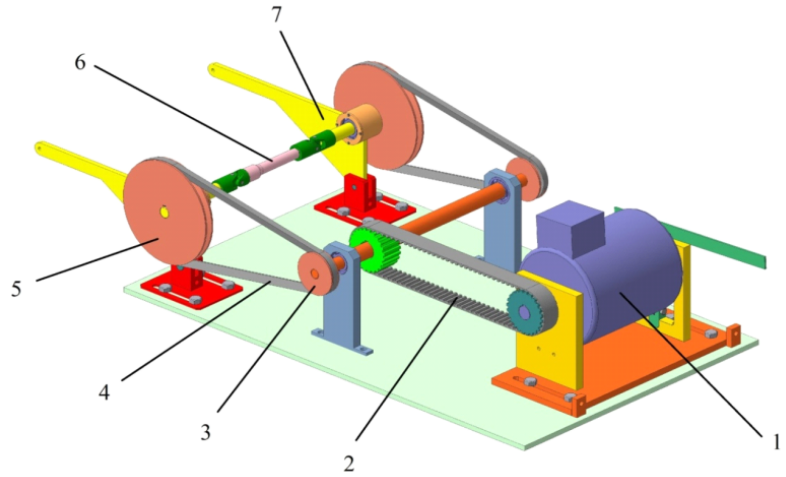


Рис. 4. Модель стенда с замкнутым контуром: *1* – двигатель балансирный; *2* – вспомогательная сменная ременная передача; *3* – ведущий шкив; *4* – исследуемая передача; *5* – ведомый шкив; *6* – карданный вал; *7* – натяжное устройство

К натяжному шкиву, имеющему прямолинейную направляющую (рис. 4, вспомогательная передача), усилие предварительного натяже-

ния Q прикладывают обычно по направлению биссектрисы угла между ветвями ремня ($Q = 2F_0\cos/2$), это обеспечивает минимальное перемещение оси шкива при вытяжке ремня. При рычажных механизмах натяжения в пределах малых перемещений движение центра шкива идет по биссектрисе (рис. 3 и 4, исследуемые передачи) в том случае, если ось качания рычага находится на прямой, перпендикулярной к биссектрисе угла между ветвями ремней.

Для поддержания постоянного предварительного натяжения рычажных механизмов применяют гибкий вал *6* или карданную передачу *6* (рис. 3 и 4), которые компенсируют несоосность между шкивом *4* и нагружающим устройством *7* стенда с тормозом и изменение межосевого расстояния между шкивами *5* стенда с замкнутым контуром.

Проведенное 3D-моделирование позволило выполнить наглядные реалистические изображения и возможность оценить принятие конструктивных решений и трудоемкость изготовления стендов в целом.

Список литературы

1. *Решетов, Д. Н.* Машины и стенды для испытания деталей. – М. : Машиностроение, 1979. – 343 с.

2. *Гордеев, И. Г.* Экспериментальное исследование потерь мощности на трение и теплового состояния нетрадиционной планетарной передачи типа 3К / И. Г. Гордеев, Д. Ф. Плеханов, С. Н. Красильников // Проблемы проектирования изделий машиностроения : тр. науч. сотр. и асп. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 1998. – 53–55 с.

Ю. О. Михайлов, доктор технических наук,
профессор кафедры «Технологии и оборудование
машиностроительных производств»
Тел. (3412) 77-60-55, e-mail: omd@istu.ru
Н. В. Тепин, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Технологии и оборудование
машиностроительных производств»
Тел. 8 (922) 681-21-79, e-mail: niktepin@yandex.ru
В. А. Храбров, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Технологии и оборудование
машиностроительных производств»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. 8 (922) 681-21-69, e-mail: v.hrabrow@yandex.ru

Разработка технологии объемной штамповки с использованием программного комплекса QFORM

Рассмотрены особенности проектирования технологических процессов горячей объемной штамповки с учетом опыта использования программного комплекса QForm.

Ключевые слова: моделирование; штамповка; деформация; напряжения.

В рамках масштабной модернизации производства АО «Концерн «Калашников» предусмотрено создание нового кузнечно-прессового цеха для производства штампованных заготовок.

Для организации эффективной работы нового кузнечного производства специалистами кафедры «Технологии и оборудование машиностроительных производств» проведена комплексная работа по разработке технологических процессов, стандартов предприятия, технологических и рабочих инструкций, а также по проектированию, изготовлению штампового инструмента самых массовых поковок.

Поковки имеют достаточно сложную конфигурацию, поэтому для исключения дефектов, снижения расхода металла и сокращения сроков пусконаладочных работ при проектировании процессов пластического формоизменения необходимо применять компьютерное моделирование [1–4].

Одним из вариантов решения является моделирование в программном комплексе QForm, который использует конечно-элементный метод решения задач.

© Михайлов Ю. О., Тепин Н. В., Храбров В. А., 2019

Программный комплекс QForm позволяет моделировать все операции технологического процесса, в том числе нагрев, охлаждение на воздухе и в штампе, деформацию заготовки, обрезку облоя и термообработку.

Кроме того, используя встроенные подпрограммы, можно оценить не только действующие напряжения штампе, но и его износ.

Для технолога, кроме проверки заполняемости чистового ручья, важно знать о возможных дефектах поковки, которые могут наследоваться из заготовительных ручьев (рис. 1), поэтому при решении задачи необходимо моделировать каждый удар инструмента. Поскольку поковки не симметричные, то необходимо решать трехмерную задачу, что существенно увеличивает время расчета, однако позволяет повысить точность получаемых результатов (рис. 2).

Рис. 1. Дефект поковки – заков

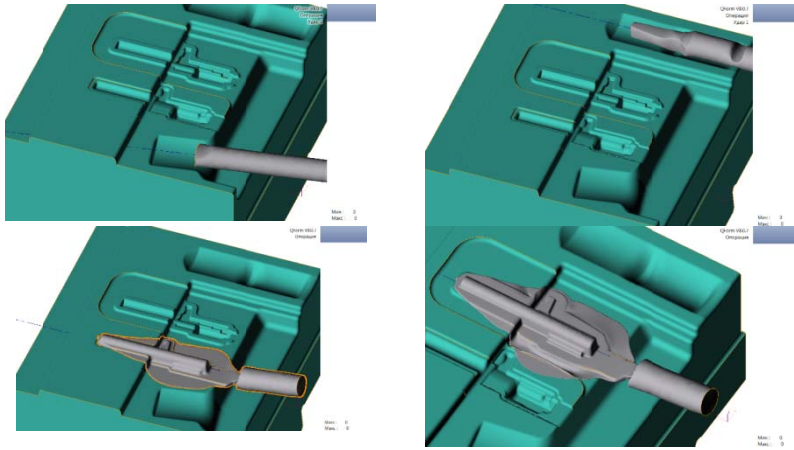


Рис. 2. Моделирование деформирования

Основная номенклатура поковок АО «Концерн «Калашников» относится к удлиненным в плане поковкам. Особенностью технологического процесса является штамповка двух поковок с поворотом заготовки на 180°. Поэтому при моделировании необходимо учитывать охлаждение второй половины заготовки в клещах. Это позволило уточнить требования к температуре нагрева заготовок.

К сожалению, в объемной штамповке до сих пор отсутствует программный продукт, который бы позволял на основании модели детали спроектировать поковку и операционные эскизы. Поэтому проектирование производится вручную с использованием справочной литературы и опыта технолога. В дальнейшем модели и чертежи инструмента были созданы в CAD Компас3D (рис. 3). Разработанные модели были использованы как для моделирования, так и для изготовления штампов.

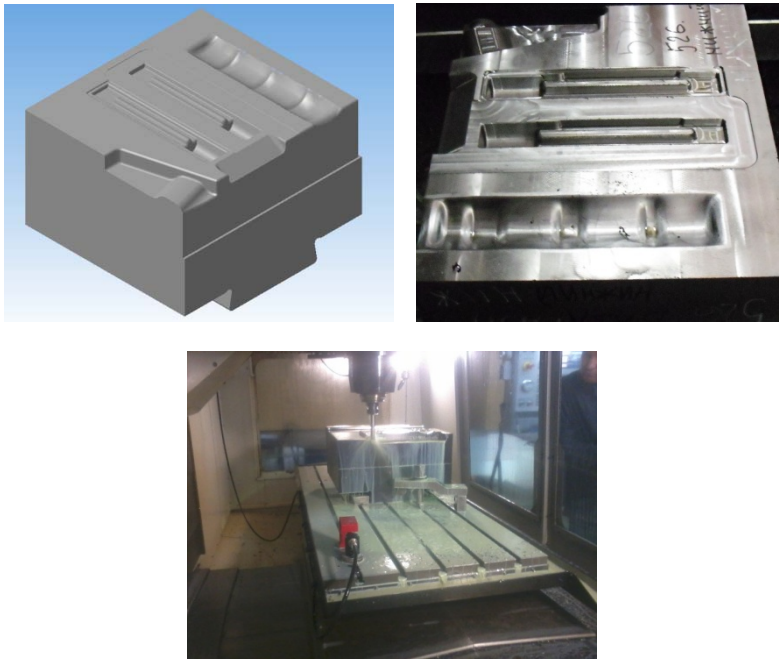


Рис. 3. Компьютерная модель и изготовленный молотовой штамп

Программный комплекс QForm имеет большую базу деформируемых материалов, инструмента и оборудования, что позволяет сущест-

венно сократить время подготовки проекта расчета. При моделировании использовалась возможность создания пользовательской модели оборудования, для расчета конкретных задач, в частности вальцовки и чеканки.

При проектировании технологического процесса использовалась возможность моделирования нагрева и охлаждения заготовок между операциями. Также использовался такой инструмент программы, как граничные условия для имитации удержания заготовки клещами в процессе деформации. Кроме того, для оценки стойкости оснастки моделировались напряжения и деформации в инструменте.

Оборудование, установленное в кузнечно-прессовом цехе, позволяет задавать и контролировать энергию каждого удара. Это позволяет с высокой достоверностью задать условия, принятые при моделировании.

При сопоставлении моделирования и опытной партии поковок установлена хорошая сходимость размеров промежуточных заготовок и готовых поковок.

Основные отличия наблюдались в размерах облоя. Это связано в основном с колебаниями размеров заготовки.

В результате проведенной работы были выработаны рекомендации по повышению стойкости штамповой оснастки, точности поковок, по проектированию технологических процессов. Данные рекомендации нашли отражение в разработанных технологических инструкциях.

Список литература

1. Разработка прогрессивных, малоотходных, интенсифицированных технологических процессов изготовления деталей военной и специальной техники : отчет о НИР ИжГТУ им. М. Т. Калашникова ; рук. Ю. О. Михайлов ; исполн.: Д. Г. Дресвянников [и др.]. – Ижевск, 2014. – 76 с.

2. *Гладков, Ю. А*. Моделирование технологических процессов штамповки при решении задач авиа- и двигателестроения / Ю. А. Гладков, П. С. Мордвинцев // КШП. ОМД. – 2012. – № 5. – С. 38–46.

3. Qform – универсальная и эффективная программам для моделирования ковки и штамповки / Н. В. Биба [и др.] // КШП. ОМД. – 2011.– № 1. – С. 36–42.

4. *Сидоров, А*. Настоящее и будущее моделирования процессов ОМД // САПР и графика. – 2007. – № 10.

Ю. О. Михайлов, доктор технических наук, профессор
E-mail: rt@istu.ru
В. Г. Осетров, доктор технических наук, профессор
E-mail: osetrov37@mail.ru
А. В. Щенятский, доктор технических наук, профессор
E-mail: bkkupol@istu.ru
Е. С. Слащев, кандидат технических наук, старший преподаватель
E-mail: evgeniy.slashchev@gmail.com
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Способ регулирования осевого зазора в узле с подшипниками качения

В статье рассматривается способ регулирования осевого зазора в узле с подшипниками качения. Данный способ является комбинацией методов регулирования и групповой взаимозаменяемости. Для достижения точности сборки разрабатывается конструкция неподвижного сборного компенсатора, обеспечивающего ступенчатое регулирование. В статье предлагается рациональная технология применения сборного компенсатора с учетом особенностей метода групповой взаимозаменяемости. Особенностью комбинации способов достижения точности замыкающего звена является использование информационного преимущества групповой сборки – информации о действительных размерах для изготовления пазов сборного компенсатора. Это позволяет упростить конструкцию компенсатора, уменьшив число ступеней регулирования.

Ключевые слова: метод групповой взаимозаменяемости; селективная сборка; метод регулирования.

Введение

Повышение точности сборки узлов машин является актуальной задачей машиностроения [1–10]

В данной статье предлагается способ регулирования осевого зазора в узлах редуктора с подшипниками качения [8] путем использования разработанного компенсатора (рис. 1). Задача заключается в снижении трудоемкости изготовления и повышении точности сборки редуктора.

© Михайлов Ю. О., Осетров В. Г., Щенятский А. В., Слащев Е. С., 2019

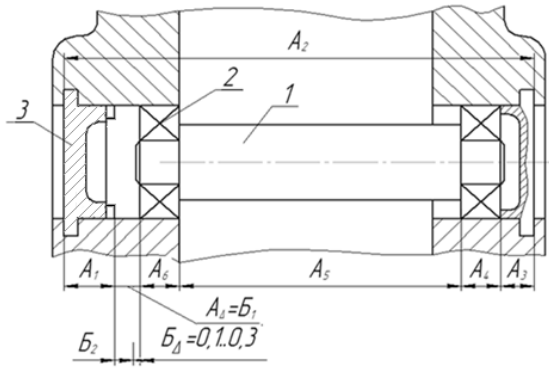


Рис. 1. Общий вид узла редуктора с подшипниками качения и схемы размерных цепей: *1* – промежуточный вал *1*; *2* – подшипник; *3* – крышка

Основная часть

Методика применения разработанного компенсатора заключается в следующем:

1. Крышка *3* является частью разработанного компенсатора, на ней формируются выступы.

2. Размерная цепь *А* (рис. 1) собирается методом полной взаимозаменяемости, причем на размеры составляющих звеньев назначаются технологически достижимые допуски. Замыкающий размер A_Δ является увеличивающим звеном $Б_1$ размерной цепи *Б*, т. е. $A_\Delta = Б_1$. Размер перемычки $Б_2$ ответной части компенсатора (расстояние между торцом основного кольца и дна паза) является уменьшающим звеном. Замыкающее звено $Б_\Delta$ (зазор между торцом подшипника и торцом основного кольца компенсатора) должно соответствовать зазору *S*.

3. Число ступеней компенсации (число пазов на основном кольце сборного компенсатора различной глубины) определяется с использованием метода групповой взаимозаменяемости с учетом, что звенья цепи *А* выполняются с технологически достижимыми допусками (см. пример ниже).

4. Узел собирается частично (только крышка без ответной части компенсатора), измеряется промежуточное замыкающее звено A_Δ – размер между выступом крышки (компенсатора) и кольцом подшипника, определяется нужный паз основного кольца компенсатора, цепь частично разбирается, компенсатор собирается и устанавливается в корпус, узел собирается окончательно.

Пример расчета осевого зазора в узле с подшипниками качения

Рассмотрим конкретный числовой пример.

1. Из размерной цепи A (рис. 1) определяют по методу полной взаимозаменяемости допуск замыкающего звена $A\Delta$:

$$TA_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m-1} TA_i = 1,2 \text{ мм}, \qquad (1)$$

где TA_{Δ} – допуск замыкающего звена; i – порядковый номер составляющего звена.

2. С учетом необходимого теплового зазора назначают предельные значения замыкающего звена цепи $Б_{\Delta max} = S_{max} = 0,3$ мм и $Б_{\Delta min} = S_{min} = 0,1$ мм и вычисляют допуск зазора (размерная цепь Б должна обеспечивать допуск зазора в данной общей размерной цепи):

$$TS = Б_{\Delta max} - Б_{\Delta min} = S_{max} - S_{min} = 0,3 - 0,1 = 0,2 \text{ мм}, \qquad (2)$$

где TS – допуск зазора.

После этого определяют групповой допуск $T_{гр}$ и количество групп n:

$$T_{гр} = \frac{TS}{2} = 0,1 \text{ мм}; \; n = \frac{TA_{\Delta}/2}{T_{гр}} = \frac{0,6}{0,1} = 6. \qquad (3)$$

3 Строят схему расположения полей допусков (рис. 2) при условии $TБ_1 = TБ_2$. Затем находят верхние и нижние отклонения и размеры звеньев $Б_1$ и $Б_2$ по группам (табл. 1), в соответствии с которыми изготавливают компенсатор с 6 пазами (рис. 3). Деление на группы для звена $TБ_1$ представлено условно и используется для определения, к какой группе относится результат измерения замыкающего звена цепи A, при этом учитывается, что $A_{\Delta} = Б_1$.

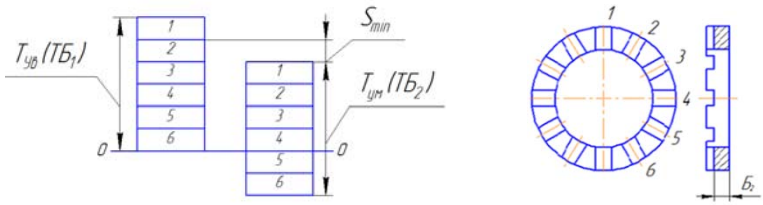


Рис. 2. Схема расположения полей допусков для звеньев $Б_1$ и $Б_2$

Таблица 1. **Размеры составляющих звеньев цепи Б по группам**

Номер группы	Звено $Б_1$	Звено $Б_2$
1	$7{,}5^{+0{,}1}$	$7{,}4_{-0{,}1}$
2	$7{,}4^{+0{,}1}$	$7{,}3_{-0{,}1}$
3	$7{,}3^{+0{,}1}$	$7{,}2_{-0{,}1}$
4	$7{,}2^{+0{,}1}$	$7{,}1_{-0{,}1}$
5	$7{,}1^{+0{,}1}$	$7{,}0_{-0{,}1}$
6	$7{,}0^{+0{,}1}$	$6{,}9_{-0{,}1}$

4. При сборке измеряют величину осевого зазора (рис. 3, *а*), например, $А_Δ = Б_1 = 7{,}25$ мм (по табл. 1–4-я группа), берут основное кольцо и соединяют паз *4* (звено $Б_2 = 7{,}1_{-0{,}1}$) с выступом крышки редуктора (рис. 3, *б*), тем самым обеспечивая требуемые значения зазора $Б_Δ$ = = 0,1…0,3 мм.

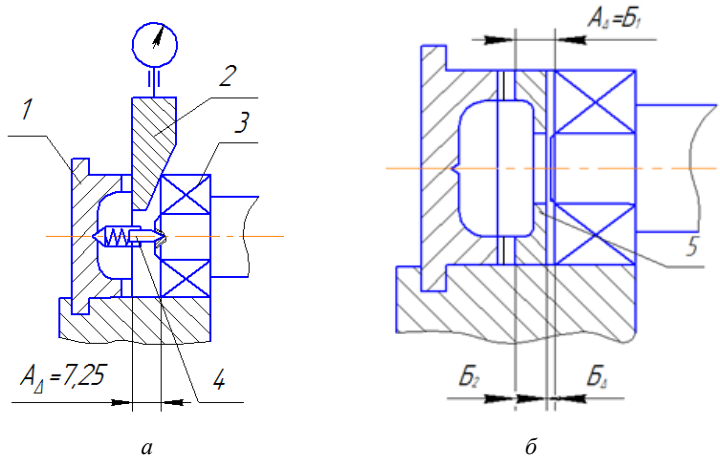


Рис. 3. Эскиз узла при измерении размера $А_Δ$ (*а*) и после сборки (*б*): *1* – крышка с двумя выступами; *2* – измерительное устройство; *3* – шарикоподшипник; *4* – плавающий центр для центрирования крышки и вала; *5* – основное кольцо с пазами

Заключение

Таким образом, для сборки узла редуктора нужно одно дополнительное кольцо с пазами (второе кольцо компенсатора – крышка подшипникового узла с выступами), вместо изготовления комплекта из 7 колец. Кроме того, если используется кольцо с двумя выступами, то можно обойтись без частичной разборки узла, т. к. имеется возможность сборки компенсатора путем поворота установленной крышки

и ориентации ее выступов относительно соответствующего паза основного кольца.

Предлагаемый способ позволяет значительно снизить трудоемкость регулирования осевого зазора при сборке редукторов, а также повысить точность и исключить объем незавершенного производства.

Список литературы

1. *Балакшин, Б. С.* Теория и практика технологии машиностроения : в 2 кн. – М. : Машиностроение, 1982.

2. *Балакшин, Б. С.* Размерные цепи. Основные понятия и определения. – М. : ЦБТИ, 1954. – 26 с.: ил.

3. *Дальский, А. М.* Технология наследственности в сборочном производстве. – М. : Машиностроение, 1978.

4. *Дальский, А. М.* Сборка высокоточных соединений в машиностроении / А. М. Дальский, А. М. Кулешова. – М. : Машиностроение, 1985. – 304 с.

5. *Осетров, В. Г.* Совершенствование расчетов размерной цепи при использовании метода групповой взаимозаменяемости. / В. Г. Осетров, Е. С. Слащев // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2014. – № 7. – С. 24–29.

6. *Слащев, Е. С.* Совершенствование метода групповой взаимозаменяемости при сборке машин // Инновации в науке, технике и технологиях : сб. ст. Всерос. науч.- практ. конф., 2014 г. – Ижевск : УдГУ, 2014. – С. 244–246.

7. *Слащев, Е. С.* Оптимизация методов сборки машин. Программа расчета размерных цепей – РРЦ // Конференция Ижевского радиозавода : сб. ст. науч.-практ. конф., 2014. – Ижевск. – С. 67–76.

8. Пат. № 2592020 Российская Федерация: МПК F16B 21/02. Способ регулирования осевого зазора в подшипниках качения / Осетров В. Г., Слащев Е. С. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. Образоват. учреждение высш. проф. обр. «Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова».

9. *Henzold, G.* Geometrical dimensioning and tolerancing for design Manufacturing and Inspection. 2nd Edition. – Elsevier : Oxford, UK, 2006. – 416 p.

10. *Scholz, F.* Tolerance Stack Analysis Methods Research and Technology. – Boeing Information & Support Services, 1995. – 44 p.

С. А. Морозов, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Технологии и оборудование
машиностроительных производств»
E-mail: msa-omd@mail.ru
А. С. Морозов, магистрант
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Эффективный способ изготовления зубчатых колес, шестерен и шкивов

В данной статье описаны возможные технологии изготовления деталей типа зубчатых колец, шестерен, шкивов. Это литье, метод горячей объемной штамповки, штамповки обкаткой на сферодвижном прессователе, метод холодного выдавливания. Доказано, что наиболее оптимальным вариантом технологии является торцевая раскатка.

Ключевые слова: штамповка; торцевая раскатка; зубчатое колесо; шестерня; шкив; выдавливание.

Введение

В машиностроении широко распространены детали типа зубчатых колес, шестерен, шкивов, входящих в различные изделия. Разработка эффективных, малооперационных технологий их изготовления является актуальной задачей.

Способы изготовления данной группы деталей

Изготовление зубчатых колес, шестерен, шкивов возможно литьем под давлением, если материалы этих деталей литьевые. Заполнение металлом формы при литье и получение зубчатого профиля намного легче, чем при штамповке. Но, как известно, процессы литья в металлообрабатывающей промышленности являются очень дорогими. Причем до 75 % металла уходит в отход в виде литников и питателей, оборудование для литья под давлением дорогостоящее и занимает большие производственные площади [1]. Поэтому с точки зрения экономики требуется переход на технологию, значительно более дешевую, чем литье под давлением – например, штамповку.

Необходимо выбрать такой метод штамповки, при котором мы сможем обойтись без больших усилий, а, следовательно, недорогим оборудованием. Но самое главное – получение качественного зубчатого профиля и других поверхностей детали.

© Морозов С. А., Морозов А. С., 2019

Детали можно изготовить методом горячей объемной штамповки. Метод включает предварительное формообразование зубчатого профиля с зубьями неполной высоты на боковой поверхности цилиндрической заготовки и окончательное формообразование изделия закрытой осадкой в штампе с радиальным истечением металла [2]. Предварительное формообразование зубчатого профиля осуществляется до получения зубьев высотой 0,5–0,7 от окончательной. Окончательное формообразование проводят прямым выдавливанием полуфабриката через зубчатую матрицу (рис. 1).

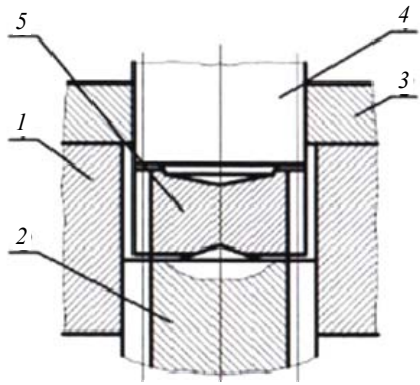


Рис. 1. Горячая объемная штамповка: *1* – матрица; *2* – выталкиватель; *3* – направляющая гильза; *4* – пуансон; *5* – заготовка

Метод позволяет снизить удельные нагрузки на инструмент и повысить точность деформирования деталей. Однако требуется предварительное формообразование зубчатого профиля неполной высоты на боковой поверхности цилиндрической заготовки.

Другой способ – метод штамповки обкаткой на сферодвижном прессователе (рис. 2).

Формообразование рельефа осуществляют в процессе осадки заготовки путем ее обкатывания со стороны, обращенной к торцу формообразующего инструмента, после чего производят одновременное формообразование на другой стороне [3]. При способе сферодвижной штамповки выявляется множество положительных сторон:

1) Невысокие усилия формоизменения и контактные давления, действующие на инструмент, вследствие значительного уменьшения поверхности контакта – снижение технологических усилий в 5–15 раз.

2) Высокое качество обрабатываемых поверхностей и повышение производительности за счет уменьшения количества технологических переходов.

3) Малые габариты и низкая металлоемкость машин (низкой коэффициент веса, т. е. отношение массы машины M к номинальному усилию, развиваемому прессом $K_M = M_T/P_H$ (кгс) $\leq 0{,}01$).

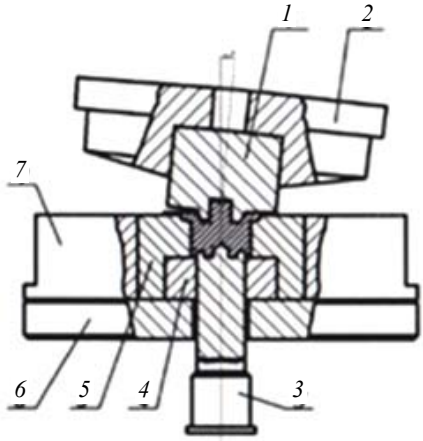


Рис. 2. Штамповка обкаткой на сферодвижном прессователе: *1* – пуансон; *2* – держатель; *3* – толкатель; *4* – опора; *5* – матрица; *6* – прокладка; *7* – обойма

Что же касается недостатков, то можно указать всего лишь на один: при штамповке деталей из более твердых материалов (среднеуглеродистые и легированные стали) по сравнению с алюминием и медью возникает необходимость в предварительном формообразовании в связи с недоштамповкой той или иной поверхности.

Известен метод холодного выдавливания (рис. 3).

Профильная матрица допускает продавливание нескольких заготовок пуансоном, имеющим коническое углубление [4]. Единственный плюс метода в достаточно высоком качестве поверхности и точности шестерен за счет получения заготовкой поверхностного наклепа по контуру зуба на глубину до 0,25–0,3 мм с увеличением твердости на 60 % против первоначальной. Недостатками являются: значительное сопротивление продольному перемещению от воздействия сил трения о матрицу; первая заготовка, штампуемая в штампе, получает недодеформированные зубья и сферический торец и поэтому бракуется.

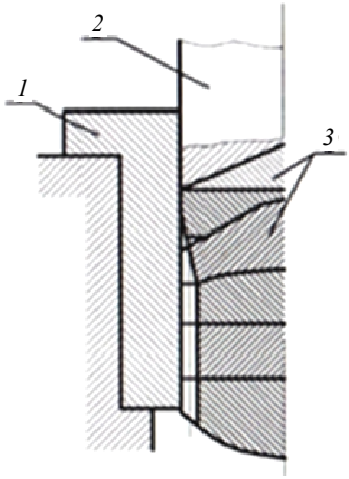


Рис. 3. Метод холодного выдавливания: *1* – матрица; *2* – пуансон; *3* – заготовки

Таким образом, проведенный анализ эффективных методов штамповки деталей данной группы, показал, что малооперационной и оптимальной технологией является торцевая раскатка.

Торцевая раскатка характерна тем, что инструмент имеет круговое и линейное перемещение. Эту кинематику движения инструмента можно реализовать на специализированном оборудовании или реализовать ее на универсальном гидропрессе с использованием специальной приставки для торцевой раскатки [1, 5, 6]. Оптимальные параметры торцевой раскатки отражены в [7], математическое моделирование процесса торцевой раскатки приведено в [8].

В качестве примера приведем торцевую раскатку детали «Шкив» [1]. Проведено математическое моделирование процесса торцевой раскатки в программе *QForm*. Определены формоизменение и НДС заготовки, пятно контакта пуансона с заготовкой, определены силовые параметры процесса.

Математическое моделирование процесса торцевой раскатки детали «Шкив» показало, что деталь штампуется без брака с полным заполнением гравюры инструмента (рис. 4).

Произведена штамповка опытной партии деталей на специализированном прессе PWX-100, которая подтвердила серийно пригодность новой технологии и ее целесообразность внедрения на производстве.

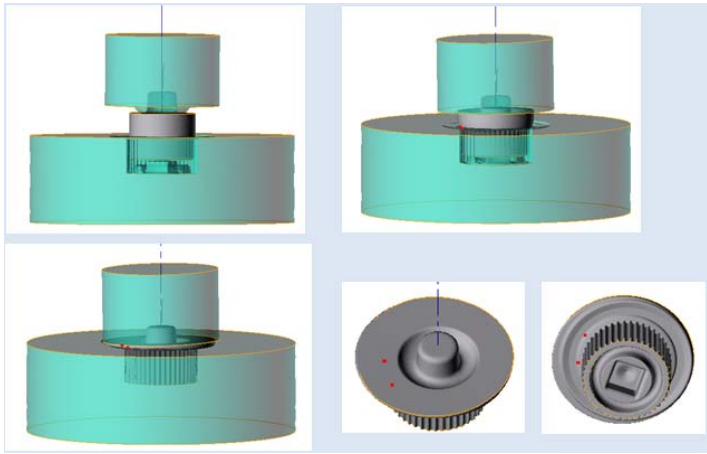


Рис. 4. Деформирование заготовки (начало, середина, конец процесса) и готовая деталь с облоем

Годовой экономической эффект от внедрения новой прогрессивной технологии достигается за счет снижения нормы расхода материала, повышения КИМ, снижения технологической себестоимости.

Выводы

Доказано, что наиболее оптимальным вариантом технологии изготовления зубчатых колец, шестерен, шкивов является торцевая раскатка. Она обладает невысоким усилием деформирования заготовки, вследствие значительного уменьшения поверхности контакта инструмента с заготовкой. Обеспечивает высокое качество обрабатываемых поверхностей и повышение производительности за счет уменьшения количества технологических переходов, а также имеет малые габариты и низкую металлоемкость машин, обеспечивающих кинематику сверодвижной штамповки.

Список литературы

1. *Морозов, С. А.* Инновационная технология изготовления детали «Шкив» / С. А. Морозов, А. С. Морозов // Электрофизические методы обработки в современной промышленности : междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, асп. и сту., 12–13 дек. 2017 г. – Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2017. – С. 91–93.

2. А. с. 1488097 СССР, МПК В 21 К 1/30. Способ объемной штамповки зубчатых колес и шестерен / Валиков Е. Н., Данилин В. И., Чайников А. В. (СССР). – 3832676/25-27; заявлено 29.12.84; опубл. 23.06.89, Бюл. № 23. – С. 4.

3. А. с. 1738464 СССР, МПК В 21 К 1/28. Способ изготовления осесимметричных заготовок / Чистяков В. С., Тюленев А. В., Сурков В. А. и Алехтин О. К. (СССР). – 4839390/27; заявлено 18.06.90; опубл. 07.06.92, Бюл. № 21. – С. 3.

4. А. с. 166223 СССР, МПК В 21 К 01/30. Штамп для холодного выдавливания шестерен с зубьями / Мурас В. С., Северденко В. П. (СССР). – 769191/25-8; заявлено 16.11.62; опубл. 10.11.64, Бюл. № 21. – С. 2.

5. *Морозов, С. А.* Реализация торцевой раскатки на универсальном гидропрессе / С. А. Морозов, А. С. Морозов // Техника и технологии машиностроения : материалы IV Междунар. студ. науч.-практ. конф. (Омск, 25–30 марта 2015 г.) / Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2015. – С. 166–169.

6. Морозов, С.А. Деформирование металла методом горячей торцевой раскатки / С.А. Морозов, Т.Р. Ясавиев // Техника и технологии машиностроения: материалы IV междунар. студ. науч.-практ. конф. (Омск, 25-30 марта 2015) / Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2015. – С. 283–286.

7. *Морозов, С. А.* Определение оптимальных параметров торцевой раскатки / С. А. Морозов, А. С. Морозов // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке : сб. материалов III Всерос. науч.-техн. конф. асп., магистр. и молодых ученых с междунар. участием, Ижевск, 22–23 апреля 2015 г. / ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – Электрон. дан. (1 файл : 33,2 Мб.). – Ижевск : ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, ИННОВА, 2015. – 1010 с. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: Acrobat reader 6.0 и выше – С. 57–61.

8. *Морозов, С. А*. Математическое моделирование процесса торцевой раскатки / С. А. Морозов, Н. В. Феофилова // Прогрессивные технологии в современном машиностроении : сб. ст. IX Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза : Приволжский дом знаний, 2013. – С. 53–56.

С. А. Морозов, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Технологии и оборудование
машиностроительных производств»
E-mail: msa-omd@mail.ru
А. С. Морозов, магистрант
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Методика обработки и систематизации информации для ее лучшего понимания и запоминания

В данной статье рассмотрены виды информации по характеру взаимодействия с человеком. Показаны формы представления информации. Доказано, что для лучшего запоминания данных и эффективной работы с ними необходимо переработать информацию в структуру.

© Морозов С. А., Морозов А. С., 2019

Ключевые слова: виды информации; форма представления; структура; запоминание; *mind-map*.

Введение

В настоящее время человеку приходится сталкиваться с большим объемом информации, представленной в различной форме. Можно выделить два типа информации по характеру взаимодействия с человеком:

1. Информация, которая при взаимодействии с человеком вносит изменения в его мировосприятие, мироощущение. Такая информация представлена в основном в разных проявлениях искусства.

2. Информация, которую человек обрабатывает, систематизирует для достижения определенного результата.

Конечно, такое деление весьма условно, т. к. указать явные признаки, которые отличали бы одно от другого достаточно затруднительно.

Оба типа информации представляют научный интерес и, без сомнения, понимание принципов взаимодействия человека с информацией позволит повысить эффективность оного.

В данной статье будем рассматривать только второй тип информации, а именно методику обработки и систематизации информации для ее лучшего понимания и запоминания.

Методы запоминания информации

Форма представления информации может быть различной: тексты, таблицы, схемы, графики, рисунки, видео ряды и т. д. Разумеется, информация может быть представлена и в виде звуковых волн, запаха, вкуса, может быть воспринята через тактильные ощущения. Для эффективной работы необходимо переработать информацию в структуру. Это позволит обнаружить взаимозависимости и улучшит запоминание (рис. 1).

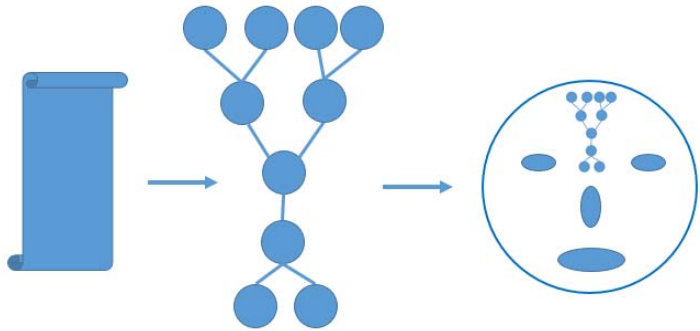


Рис. 1. Запоминание структуры

Можно выделить два вида запоминания информации: непроизвольное, произвольное.

Непроизвольное запоминание основано на понимании человеком части происходящего, отсутствуют специальные действия для обработки и запоминания информации. С другой стороны, существует информация, которую требуется запомнить. Для этого человек использует различные методики и целенаправленно повторяет нужную ему информацию (рис. 2).

Эффективность запоминания информации зависит от двух составляющих – количества повторений и метода, способа запоминания. В случае с «зубрешкой» количество повторений велико, а метод как таковой отсутствует. При использовании мнемотехник количество повторений напротив мало, а метод позволяет запомнить быстрее и на более продолжительный отрезок времени.

В процессе запоминания человек использует следующие каналы восприятия: визуальный, аудиальный, кинестетический (рис. 3). С точки зрения эффективности, визуальный канал – лучший вариант, т. к. он образует наибольшее количество связей, далее идут аудиальный и кинестетический. У разных людей по-разному развиты данные каналы. Возможно, музыкант сможет все запомнить через звук, а мастер лепки из глины через кинестетический канал, однако наибольшего результата удастся добиться, совмещая все три канала восприятия в процессе запоминания.

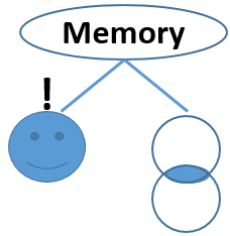


Рис. 2. Виды запоминания информации

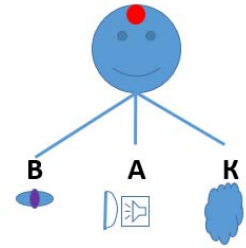


Рис. 3. Каналы восприятия

Запомнить – значит образовать связь «стимул – реакция». Эффективность связи зависит от количества связей и «силы» связи. Чем сильнее ассоциация, детальнее образ, чем больше связей было образовано, тем значимее «для мозга» этот объект и тем качественнее будет запоминаться эта информация.

Для образования связей мы будем преимущественно пользоваться визуальными образами, т. к. это в большинстве случаев дает лучший

результат. Сущность запоминания состоит в детальном представлении двух объектов и связывании их между собой. Чтобы связь была «сильной» требуется представлять объекты крупными, объемными, цветными, детальными. Связываемые объекты должны быть примерно одного размера. Важно акцентировать внимание на связи, объекты должны быть связаны неразрывно.

Второй составляющей является повторение образованных связей. Сначала необходимо добиться высокой скорости воспроизведения реакции по стимулу: второй образ должен появляться, как можно быстрее. Далее повторяем через 20–40 минут, 2–3 часа, 8–12 часов, 24 часа, 48 часов (время дается с момента запоминания). Важно за первые 4 дня повторить не менее 6 раз. Если информацию необходимо запомнить на более длительный срок, то имеет смысл продолжить повторения: неделя, 2 недели, месяц, 2 месяца и т. д. Частота повторений дана достаточно условно, важно обратить внимание, что первый раз повторение осуществляется почти сразу, а затем все реже и реже (рис. 4). Коричневый прямоугольник указывает, что мы используем внешний источник: *mind*-карту или карточку (в данном случае).

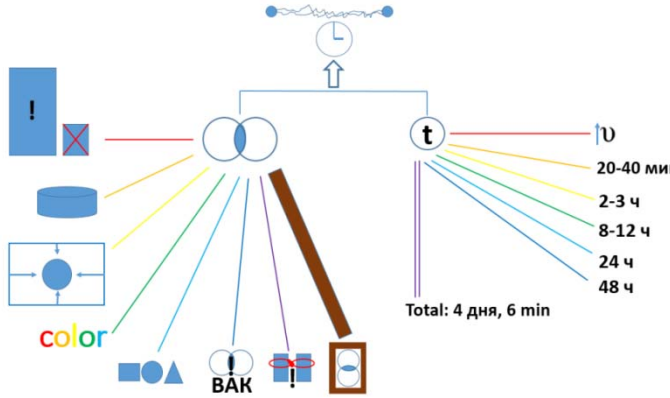


Рис. 4. Кодирование и повторение

При изучении почти любой информации важно обозначить цель изучения. Рассмотрим информацию, представленную в виде текста, т. к. именно данная форма представления используется наиболее широко. Зачастую большая часть информации в тексте не важна для достижения цели, и есть смысл ее пропускать. Для этого можно применять «врата сортировки». Врата сортировки предполагают поиск информации, которая отвечает на интересующие вопросы. В случае,

когда интерес представляют факты, это вопросы: кто (что)? где? когда? Если важны не только факты, но и прочая информация, то могут появиться вопросы: с какой целью? какие эмоции, чувства испытывает герой и т. д. Стоит отметить, что в ряде случаев ответы на такие вопросы также можно отнести к фактам.

Обратим особое внимание на такой способ обработки информации, как *mind*-карты. Назначение *mind-map* (интеллект-карта, *mind*-карта) – представление интересующей информации в виде некоторой схемы, в которой четко прослеживаются зависимости между разными единицами [1]. Для рационального составления mind-карт приведем некоторые рекомендации (рис. 5).

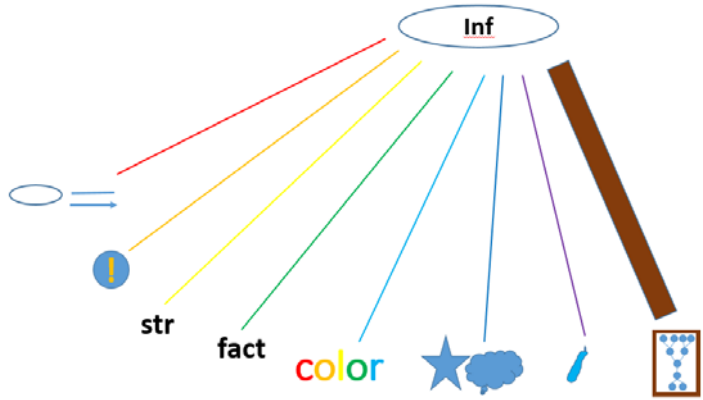


Рис. 5. Принципы составления *mind*-карт

1. Требуется разработать перечень условных обозначений: линий, стрелок, кружков, квадратиков, символов, каждый из которых имел бы свое назначение.

2. Важно выделить ключевой объект, который будет находиться в центре схемы и от которого пойдут более низкие уровни.

3. Особое внимание стоит уделить структуре: какой объект зависит от какого. Если существует зависимость, то почти всегда есть возможность задать вопрос от главного объекта к второстепенному.

4. Необходимо отметить факты и отделить их от оценок, мнений, домыслов, догадок, предположений. Это позволит понять, насколько данный источник позволяет достичь заявленной цели.

5. При составлении *mind*-карт желательно использовать цвета: каждая новая зависимость другим цветом, цветные картинки – это позволит создать большее количество связей (стимул – реакция (триггер)).

6. Информацию в схему рекомендуется заносить в виде картинок, условных обозначений, ассоциаций.

7. Карту предпочтительно составлять вручную, не прибегая к готовым картинкам и/или помощи компьютера. Иногда необходимо составить карту именно на компьютере, в этом случае требуется особо тщательно подойти к выбору образов: это позволит более основательно запомнить схему. Запомнить схему означает иметь возможность перерисовать ее по памяти; иногда в запоминании нет необходимости.

Выводы

Определены наиболее эффективные методы запоминания информации. Метод, основанный на определение цели изучения, использует «врата сортировки».

Особое внимание уделено способу обработки информации с использованием *mind*-карты. Интересующая информация в этом случае представляется виде некоторой схемы, в которой четко прослеживаются зависимости между разными ее составляющими. Даны рекомендации по эффективному составлению *mind*-карт.

Представленные методики имеют практическую значимость как при ручном запоминании информации, так и для автоматизации описания предметной области знаний, используемых в системах автоматизированного проектирования [2, 3].

Список литературы

1. *Бьюзен, Т. и Б.* Супермышление / пер с англ. Е. А. Самсонов. – 5-е изд. – Минск : Попурри, 2008. – 304 с.

2. *Морозов, С. А.* Автоматизированное проектирование гидромеханической вытяжки : моногр. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2015. – 104 с.

3. *Морозов, С. А.* Системы автоматизированного проектирования процессов ОМД // Заготовительное производство в машиностроении. – 2004. – № 11. – С. 26–29.

Ю. Р. Никитин, кандидат технических наук, доцент
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 3207, e-mail: nikitin@istu.ru
П. Божек, PhD, профессор
Словацкий технологический университет, Словакия
Тел. 42190-324-06-86, e-mail: pavol.bozek@stuba.sk
Е. Пиварчикова, PhD, доцент
Технический университет в Зволене, Словакия
Тел. 42145-520-64-77, e-mail: pivarciova@tuzvo.sk

Разработка диагностической модели привода в пространстве состояний*

Разработана диагностическая модель привода мобильных роботов в пространстве состояния в векторно-матричной форме. Расширена классическая дискретная модель привода в пространстве состояний с учетом влияния помех и дефектов. Диагностика приводов выполнена путем наблюдения отклонения (невязки) между измеренными параметрами состояния приводов и их идеальными значениями, полученными с помощью эталонной модели. При превышении сигнала невязки порогового значения принимается решение о наличии дефектов. Ядром диагностического наблюдателя является наблюдатель Люенбергера.

Ключевые слова: диагностика; модель; привод; пространство состояний; идентификация; наблюдатель.

Точность и достоверность диагностирования приводов мобильных роботов (МР) во многом зависят от правильного построения диагностических моделей. Для диагностирования приводов МР выбран математический аппарат на базе векторно-матричных моделей в пространстве состояний во временной области, т.к. он имеет следующие достоинства:

– удобство обозначений;

– компактность записи в векторно-матричной форме;

– простота проведения анализа;

– наглядность, т. к. поведение привода рассматривается как поведение точки в евклидовом пространстве.

Методы анализа и синтеза моделей в пространстве состояний в векторно-матричной форме имеет существенное преимущество перед операторными методами в том, что они сравнительно легко распространяются на широкий класс технических систем, например, на сис-

© Никитин Ю. Р., Божек П., Пиварчикова Е., 2019

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-08-00772 А.

темы с переменными во времени параметрами, которые изменяются под воздействием дефектов.

Метод идентификации в пространстве состояний активно развивался за последние два десятилетия и был успешно реализован во многих отраслях промышленности. С 70-х годов XX века активно велась разработка методов и средств диагностики технических систем. Метод диагностики технических систем их составных частей, узлов и деталей с использованием измеренных данных со встроенных датчиков в реальном масштабе времени – наиболее эффективный метод и становится все более распространенным. Данные измерения параметров функционирования и состояния приводов после идентификации могут быть использованы для разработки эффективной системы их управления, диагностики и прогнозирования остаточного ресурса.

Методы диагностики и мониторинга состояния технических систем были значительно развиты в работах [1–12].

Привод всегда подвержен влияниям неизвестных входов и возмущений, вызванных внешними факторами, ошибками измерений, дефектами, погрешностями технологических параметров и т. д. Чтобы рассмотреть влияние неизвестных параметров, классическая дискретная модель привода в пространстве состояний расширена следующим образом:

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{A}\mathbf{x}_k + \mathbf{B}\mathbf{u}_k + \mathbf{E}_d\mathbf{d}_k + \xi_k, \quad (1)$$

$$\mathbf{y}_k = \mathbf{C}\mathbf{x}_k + \mathbf{D}\mathbf{u}_k + \mathbf{F}_d\mathbf{d}_k + \mathbf{v}_k, \quad (2)$$

где $\mathbf{E}_d$ и $\mathbf{F}_d$ – матрицы помех соответствующих размерностей; $\mathbf{d} \in R^{Kd}$ – детерминированный неизвестный входной вектор; ξ_k – случайная величина, зависящая от функционирования системы, считается нормально распределенной и статистически независимой от $\mathbf{u}$ и $\mathbf{x}$; $\mathbf{v}_k$ – случайная величина измерения шума, считается нормально распределенной и статистически независимой от $\mathbf{u}$ и $\mathbf{x}$.

Для учета аддитивных дефектов расширена модель привода в уравнениях (1)–(2):

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{A}\mathbf{x}_k + \mathbf{B}\mathbf{u}_k + \mathbf{E}_d\mathrm{d}_k + \xi_k + \mathbf{E}_f\mathbf{f}_k\,, \quad (3)$$

$$\mathbf{y}_k = \mathbf{C}\mathbf{x}_k + \mathbf{D}\mathbf{u}_k + \mathbf{F}_d\mathrm{d}_k + \mathbf{v}_k + \mathbf{F}_f\mathbf{f}_k\,, \quad (4)$$

где $\mathbf{f} \in R^{Kf}$ – аддитивный вектор дефектов, не зависящий от $\mathbf{u}$ и $\mathbf{x}$; $\mathbf{E}_f$ и $\mathbf{F}_f$ – матрицы распределения дефектов соответствующих размерностей.

Матрицы $\mathbf{E}_f$ и $\mathbf{F}_f$ могут представлять различные дефекты в приводе. В случае наличия вектора дефекта $\mathbf{f}$, который является функцией состояния привода и входных переменных, приведенное выше представление также может описывать мультипликативные дефекты и может быть нарушена устойчивость управления приводом. Другим описани-

ем мультипликативного дефекта является изменение параметров привода:

$$\mathbf{x}_{k+1} = (\mathbf{A} + \mathbf{A}_f)\mathbf{x}_k + (\mathbf{B} + \mathbf{B}_f)\mathbf{u}_k + \mathbf{E}_d\mathrm{d}_k + \xi_k; \quad (5)$$

$$\mathbf{y}_k = (\mathbf{C} + \mathbf{C}_\mathrm{f})\mathbf{x}_k + (\mathbf{D} + \mathbf{D}_f)\mathbf{u}_k + \mathbf{F}_d\mathrm{d}_k + \mathbf{v}_k, \quad (6)$$

где $\mathbf{A}_f$, $\mathbf{B}_f$, $\mathbf{C}_f$ и $\mathbf{D}_f$ представляют собой дефекты, описанные соответствующими матрицами состояний, управления и наблюдения привода.

Например, для приводов МР в качестве подобных дефектов можно рассматривать межвитковое замыкание, которое приводит к уменьшению сопротивления и индуктивности обмотки.

С учетом дискретной модели привода, описываемой уравнениями (5), (6), наблюдатель состояния полного порядка может быть реализован как:

$$\hat{\mathbf{x}}_{k+1} = \mathbf{A}\hat{\mathbf{x}}_k + \mathbf{B}\mathbf{u}_{k+1} + \mathbf{L}(\mathbf{y}_k - \hat{\mathbf{y}}_k), \quad (7)$$

$$\hat{\mathbf{y}}_k = \mathbf{C}\hat{\mathbf{x}}_k + \mathbf{D}\mathbf{u}_k, \quad (8)$$

$$\mathbf{r}_\mathrm{k} = \mathbf{y}_\mathrm{k} - \hat{\mathbf{y}}_\mathrm{k}, \quad (9)$$

где $\mathbf{L}$ – матрица наблюдателя; $\mathbf{A} - \mathbf{LC}$ – матрица Шура; $\mathbf{r}_k$ – величина невязки.

В случае нормального функционирования привода величина невязки равна нулю. В случае, когда имеются дефекты или влияние шумов и помех в приводе, ошибка оценки переменной состояния определяется по формуле

$$\mathbf{e}_k = \mathbf{x}_k - \hat{\mathbf{x}}_k. \quad (10)$$

В данном случае ошибка оценки переменной состояния в следующий квант времени:

$$\mathbf{e}_{k+1} = (\mathbf{A} - \mathbf{LC})\mathbf{e}_k + (\mathbf{E}_d - \mathbf{LF}_d)\mathbf{d}_k + (\mathbf{E}_f - \mathbf{LF}_f)\mathbf{f}_k + \xi_\mathrm{k} - \mathbf{L}\mathbf{v}_k, \quad (11)$$

$$\mathbf{r}_k = \mathbf{C}\mathbf{e}_k + \mathbf{F}_d\mathrm{d}_k + \mathbf{F}_f\mathrm{f}_k + \mathbf{v}_k. \quad (12)$$

В случае нормального функционирования привода

$$\lim_{k\to\infty} \mathbf{e}_k = 0, \quad (13)$$

т. к. $\mathbf{A} - \mathbf{LC}$ – матрица Шура, поэтому справедливо равенство

$$\lim_{k\to\infty} \mathbf{r}_k = 0. \quad (14)$$

При возникновении дефекта истинно неравенство $\mathbf{r}_k \neq 0$, что может использоваться как признак дефекта в приводе. Однако на практике шумы и помехи неизбежны, поэтому неравенство $\mathbf{r}_k \neq 0$ не может однозначно использоваться для принятия какого-либо решения. Чтобы справиться с этой задачей, невязка должна быть расширена до сле-

дующей формулы, путем введения так называемого выходного фильтра **V**, который может быть разработан для повышения чувствительности к дефектам и снижения чувствительности к помехам.

$$\mathbf{r}_k = \mathbf{V}(\mathbf{y}_k - \hat{\mathbf{y}}_k). \quad (15)$$

Полноразмерный наблюдатель состояния служит ядром системы диагностики, чьи онлайн вычислительные затраты намного выше, чем у наблюдателя с уменьшенной размерностью. Напротив, наблюдатель с уменьшенной размерностью может обеспечить аналогичную производительность оценки, но с гораздо меньшими онлайновыми вычислительными затратами. Это одна из причин для создания наблюдателей минимальной сложности, типа наблюдателей Люенбергера.

Диагностический наблюдатель является одним из наиболее изученных из-за его гибкой структуры и сходства с наблюдателем Люенбергера. Ядром диагностического наблюдателя является наблюдатель Люенбергера, который определяется формулами:

$$\mathbf{x}_{o,k+1} = \mathbf{G}\mathbf{x}_{o,k} + \mathbf{H}\mathbf{u}_k + \mathbf{L}\mathbf{y}_k, \mathbf{x}_{o,0}, \quad (16)$$

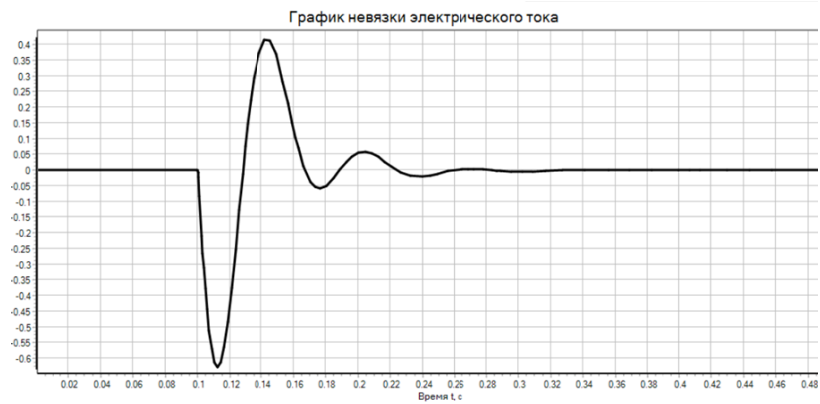
$$\hat{\mathbf{y}}_k = \overline{\boldsymbol{W}}\mathbf{x}_{o,k} + \overline{\mathbf{V}}\mathbf{u}_k + \overline{\mathbf{Q}}\mathbf{y}_k, \quad (17)$$

где $\mathbf{x}_0 \in R^s$ – вектор состояния наблюдателя; *s* – порядок наблюдателя, и он может отличаться от порядка системы n.

Матрицы **G, H, L, W, V и Q** должны удовлетворять условиям Люенбергера, при которых диагностический наблюдатель привода, описываемый уравнениями (16), (17), обеспечивает несмещенную оценку для выхода y, т. е.

$$\lim_{k\to\infty}(\mathbf{y}_k - \hat{\mathbf{y}}_k) = 0. \quad (18)$$

Предложено для диагностики привода использовать невязку по электрическому току якоря двигателя. При увеличении дефекта – межвиткового замыкания обмотки якоря двигателя уменьшается сопротивление и индуктивность обмотки якоря двигателя по сравнению с эталонной моделью, что приводит к увеличению невязки по электрическому току двигателя. Проведен вычислительный эксперимент для анализа влияния межвиткового замыкания в обмотке якоря двигателя постоянного тока. На рисунке приведена невязка электрического тока эталона и модели привода на базе двигателя постоянного тока в пространстве состояний при сопротивлении и индуктивности якоря равным 90 % от эталонных значений. Максимальная невязка электрического тока составила 0,6 А.



Невязка электрического тока эталона и модели привода на базе двигателя постоянного тока при сопротивлении и индуктивности 90 % от эталонных значений

Разработана диагностическая модель привода мобильных роботов в пространстве состояния в векторно-матричной форме. Расширена классическая дискретная модель привода в пространстве состояний с учетом влияния помех и дефектов. Диагностика приводов выполнена путем наблюдения отклонения (невязки) между измеренными параметрами состояния приводов и их идеальными значениями, полученными с помощью эталонной модели. Проведен вычислительный эксперимент для анализа влияния межвиткового замыкания в обмотке якоря двигателя постоянного тока. Получена невязка электрического тока эталона и модели привода на базе двигателя постоянного тока в пространстве состояний при сопротивлении и индуктивности якоря равным 90 % от эталонных значений. Максимальная невязка электрического тока составила 0,6 А.

Список литературы

1. *Isermann, R*. Combustion Engine Diagnosis. Model-based Condition Monitoring of Gasoline and Diesel Engines and their Components. – Springer-Verlag GmbH, Germany, 2017. – 313 p.

2. *Luo, H.* Plug-and-Play Monitoring and Performance Optimization for Industrial Automation Processes, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2017. – 158 p.

3. Monitoring of technical condition of motors and bearings of woodworking equipment / I. Abramov [и др.] // Acta Facultatis Xylologiae. – 2014. – Vol. 56 (2). – Pp. 97−104.

4. Control and diagnostic model of brushless DC motor / I. V. Abramov [et al.] // Journal of Electrical Engineering. – 2014. – Vol. 65, no. 5. – Pp. 277–282.

5. Интеллектуальные мехатронные системы : учеб пособие / И. В. Абрамов [и др.]. – Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. – 185 с.

6. *Никитин, Ю. Р.* Диагностирование мехатронных систем : учеб. пособие / Ю. Р. Никитин, И. В. Абрамов. – 2-е изд. – Саратов : Вузов. обр., 2019. – 116 с.

7. Диагностика систем приводов деревообрабатывающего оборудования с использованием нечеткой логики / И. В. Абрамов [и др.] // Интеллектуальные системы в производстве. – 2015. – № 1. – С. 31–34.

8. *Никитин, Ю. Р.* Логико-лингвистическая модель диагностирования и прогнозирования остаточного ресурса мехатронных объектов / Ю. Р. Никитин, И. В. Абрамов, П. И. Степанов // Интеллектуальные системы в производстве. – 2013. – № 2 (22). – С. 79–87.

9. *Степанов, П. И.* Комплексная токовая и вибродиагностика электромеханических систем / П. И. Степанов, С. В. Лагуткин, Ю. Р. Никитин // Интеллектуальные системы в производстве. – 2013. – № 2. – С. 160–165.

10. *Степанов, П. И.* Механические и электрические диагностические параметры электрических приводов / П. И. Степанов, С. В. Лагуткин, Ю. Р. Никитин // Интеллектуальные системы в производстве. – 2014. – № 2 (24). – С. 59–63.

11. *Столбов, К. Л.* Диагностирование мотор-редукторов прокатной линии стана 250 / К. Л. Столбов, Ю. Р. Никитин // Интеллектуальные системы в производстве. – 2014. – № 2 (24). – С. 64–69.

12. Диагностирование приводов мобильных роботов на базе модели двигателя постоянного тока / Ю. Р. Никитин [и др.] // Интеллектуальные системы в производстве. – 2018. – Т. 16, №4. – С. 114–121.

А. В. Николаев, кандидат технических наук, доцент
А. С. Богатырев, студент
Чайковский технологический институт (филиал)
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова
E-mail: elodssa@yandex.ru, duhless99@gmail.com

Программный модуль обработки правил сравнения значений регистров КИП с эталонными значениями

Рассматривается вопрос мониторинга приборов полевого уровня SCADA-систем на предприятии. Предложен формат файла для задания правил и эталонных значений приборов. Предложена методика и алгоритм распознавания и загрузки набора правил для сравнения полученных показаний приборов с эталонными значениями. Спроектирована библиотека обработки правил сравнения показаний приборов с эталонными значениями, построенная на принципах открытых систем. Описана реализация на языке обработки правил, поддерживающая три открытых форматах представления набора правил.

© Николаев А. В., Богатырев А. С., 2019

Ключевые слова: *SCADA*-системы; открытые системы; телеметрия; *modbus*; формат представления правил; распознавание правил; алгоритм.

Введение

Управляющие системы по типу *SCADA* используются во всех отраслях хозяйства, где требуется обеспечивать операторский контроль за технологическими процессами в реальном времени. Под *SCADA*-системами понимается программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. *SCADA* может являться частью АСУ ТП, АСКУЭ, системы экологического мониторинга, научного эксперимента, автоматизации здания и т. д. Данное программное обеспечение устанавливается на компьютеры и для связи с объектом использует драйверы ввода-вывода или *OPC/DDE*-серверы. Программный код может быть написан как на одном из языков программирования, так и сгенерирован в среде проектирования.

SCADA-система состоит из трех основных компонентов [1]:

– удаленный терминал (*RTU*) – полевой уровень и средний уровень АСУ ТП;

– главный терминал (*MTU*) –пункт управления, верхний уровень АСУ ТП;

– система коммуникации (*CS*) – каналы связи для передачи данных.

На предприятиях, занимающихся разработкой устройств полевого уровня (КИП) возникает задача тестирования и проведения испытаний полуфабрикатов и готовых приборов. Задача сводится к получению данных с приборов полевого уровня, протоколирования и анализа с целью выявления неисправностей в работе или брака. Время наблюдения за прибором (испытания) находится в диапазоне от 1 часа до полугода. Для автоматизации данной задачи на небольшом предприятии не целесообразно использовать полноценные *SCADA*-системы ввиду сложности внедрения, больших материальных затрат и избыточного функционала. Такую задачу можно решить разработкой программного обеспечения мониторинга силами предприятия под конкретную задачу (конкретные протоколы, приборы, испытания), что позволит существенно снизить затраты на автоматизацию.

Целью работы является реализация подсистемы обработки набора правил и ограничений для значений регистров полученных с устройств полевого уровня. Подсистема должна обрабатывать правила для проверки и валидации полученных с устройства данных с целью выявления ошибок в работе, причин возникновения ошибок и брака.

Постановка задачи

Для достижения поставленной цели необходимо сформировать ряд проектных решений. Основные требования к подсистеме:

– правила должны быть структурированы в формате, удобном для частого редактирования пользователем;

– правила должны иметь наглядную форму представления;

– подсистема должна обрабатывать правила и сообщать, пройдена проверка по правилу или нет;

– подсистема должна поддерживать различные форматы значений в правилах (вещественные, целые, двоичные);

– подсистема должна обрабатывать наборы правил для группы приборов и регистров.

Для реализации предъявленных требований необходимо разработать формат файла и реализовать алгоритм его обработки.

Методика загрузки правил

Формат файла конфигурации правил

Для апробации методики для хранения и задания правил был выбран открытый формат текстовых документов *TXT* в кодировке *ASCII*. Формат *TXT* позволяет вносить изменения в список правил быстро, с применением любых средств редактирования. Формат *TXT* поддерживается большинством платформ и программ и является универсальным, что позволяет обеспечить обмен информацией с любыми программными системами.

Была разработана следующая структура:

template

id	addr	<type>	cond
[<id>]	[<addr>]	[<type>]	[<fp|dc|bn> <= REG]

Конфигурационный файл состоит из блоков, включающих пары «ключ – значение». Начало нового блока предваряет слово *templat*e (шаблон) В рамках одного блока тип эталонного значения одинаков. Далее указывается строка ключей (названия столбцов), по которым будут интерпретироваться следующие за ними значения.

В качестве ключей указываются:

1. Id – идентификационный номер устройства. Размер – 1 байт.
2. addr – адрес проверяемого регистра. Размер – 2 байта.
3. Type – тип эталонного значения. Размер зависит от типа.

a. fp – эталонное значение с плавающей точкой. Размер – 4 байта.

b. dc – эталонное значение в десятичном виде. Размер – 2 байта.

c. bn – эталонное значение в бинарном виде, в формате 16 битной маски.

4. Cond – логическое условие. Все виды (=,!=,>,<,=>,<=).

В качестве значений условия указывается бинарное условное выражение, которое состоит из ключа логической операции и регистра (*REG*) – получаемого с устройства значения для проверки по правилу. Ключ и регистр указываются для определения их положения относительно логической операции.

Новый блок «ключ – значение» добавляется в том случае, если изменяется тип эталонного значения.

Пример файла правил представлен в листинге 1.

Листинг 1 – Файл с набором правил

```
template
    id      addr    fp                  cond
    [12]    [12]    [3.14]                  [fp <= REG]
    [12]    [12]    [4.14]                  [fp >= REG]
    [22]    [23]    [3.14]                  [fp <= REG]
    [22]    [23]    [4.14]                  [fp >= REG]
template
    id      addr    dc                  cond
    [44]    [555]   [2006]                  [dc != REG]
    [45]    [558]   [2007]                  [dc != REG]
template
    id      addr    bn                  cond
    [13]    [155]   [0000000000001111]  [bn == REG]
    [14]    [156]   [0000000001000000]  [bn == REG]
    [15]    [156]   [0111111001000100]  [bn == REG]
```

Подсистема обработки правил

Схема обработки правил представлена на рисунке.

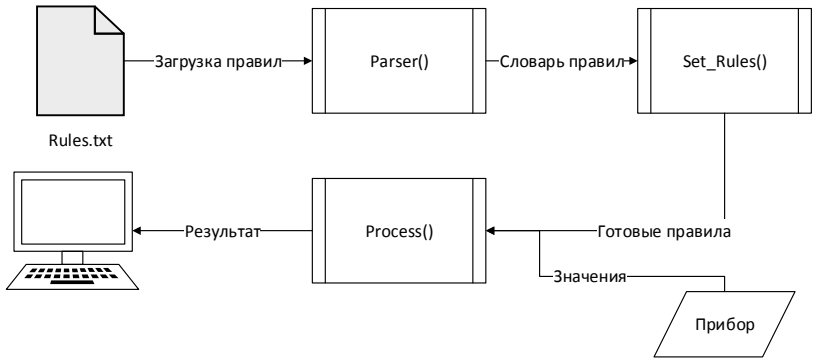


Схема обработки правил

Для проверки значений, получаемых с регистров приборов, на вход программы подается файл с набором эталонных значений регистров правил проверки. Далее модуль *Parser* загружает файл, производит его валидацию. При возникновении ошибки незаполненных данных или различающихся размеров программа выдает результаты в консоль. Далее программа заполняет виртуальный словарь правил правилами из файла, для дальнейшей обработки. Модуль *Set_Rules* получает заполненный словарь и выполняет разбор словаря правил и загрузку их в автомат. Готовый набор обработанных правил передается модулю *Process*. Модуль получает данные значений с регистра прибора и выполняет проверку значения по правилу, после чего выводит результат на экран.

Результаты

В результате проделанной работы была разработан программный модуль, позволяющий проверять значения регистров устройств работающих по протоколу *Modbus RS-485*. Предложена структура хранения эталонных значений регистров приборов в специальном конфигурационном файле. Количество возможных комбинаций эталонных значений не ограничено. В качестве развития программы можно представить работу с популярными открытыми форматами хранения правил, такими как *XML*, *Json*.

Список литературы

1. Эволюция SCADA: от телеметрических приложений до корпоративных систем) / Мир компьютерной автоматизации – Мир ВКТ 06/2008. – URL: http://www.mka.ru/?p=41524 [архив журналов МКА].

2. ГОСТ Р 55062–2012. Информационные технологии. Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения. – М. : Стандартинформ, 2012. – 20 с.

3. *Гуляев Ю. В*. Методология стандартизации для обеспечения интероперабельности информационных систем широкого класса. Аналитический обзор / Ю. В. Гуляев, Е. Е. Журавлев, А. Я. Олейников // Журнал радиоэлектроники. – 2012. – № 3. – URL: http://jre.cplire.ru/jre/mar12/2/text.pdf (дата обращения: 20.07.2018).

4. *Жевнерчук Д. В*. Синтез открытых информационных систем с использованием алгебраических структур как моделей / *Д. В. Жевнерчук, Л. С. Ломакина* // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 10-1. – С. 29–33.

5. *Bogatyrev, Alex*. Демонстрация работы программного модуля. – URL: https://www.youtube.com/watch?v=-k1SN8joucM (дата обращения: 19.04.2018).

Ф. И. Плеханов, доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Промышленное и гражданское строительство»
И. А. Пушкарев, старший преподаватель
кафедры «Промышленное и гражданское строительство»
Т. А. Пушкарева, инженер
НП «Механик»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. 8 (905) 876-04-83, e-mail: pia10no@mail.ru

Структурный анализ способов повышения нагрузочной способности планетарных передач

Для поиска способов повышения эффективности планетарных передач предлагается воспользоваться методами функционально-структурного анализа. Построена структурная модель планетарной передачи с учетом особенностей звеньев, влияющих на нагрузочную способность передачи. Структурная модель обобщает практически все известные на сегодняшний день конструктивные способы повышения нагрузочной способности планетарных передачи и содействует поиску новых способов.

Ключевые слова: планетарная передача; нагрузочная способность; технологичность.

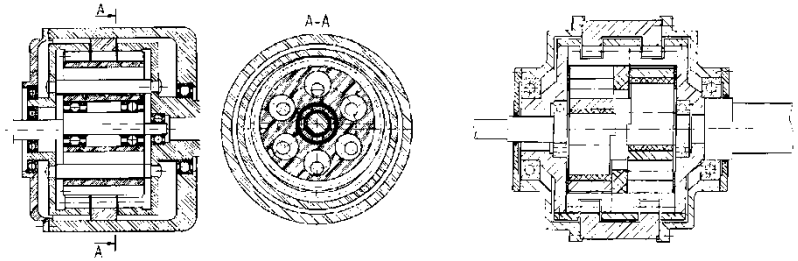
Одной из основных задач проектирования планетарных передач задач является повышение нагрузочной способности передачи, а также повышение уровня ее технологичности. Повышение нагрузочной способности может быть достигнуто за счет снижения неравномерности распределения нагрузки, которое, в свою очередь, достигается за счет увеличения податливости отдельных элементов, повышения жесткости конструкции и другими способами.

Для поиска путей повышения нагрузочной способности планетарных передач предлагается воспользоваться методологией функционально-структурного анализа, что предполагает, в первую очередь, построение структурной модели [1, 2]. Планетарная передача состоит из четырех основных элементов, конструктивное исполнение каждого из которых влияет на нагрузочную способность передачи (рис. 1).

© Плеханов Ф. И., Пушкарев И. А., Пушкарева Т. А., 2019

Рис. 1. Структурная модель планетарной передачи

Для снижения неравномерности распределения нагрузки водило может быть исключено из структуры передачи без обращения к дополнительным механизмам, заменяющих водило, если использовать принцип симметрии нагружения структурных элементов передачи (рис. 2, *а*) [3]. Конструкция не лишена недостатков вследствие большого угла зацепления и значительного трения в зацеплении центрального колеса с сателлитом.



а *б*

Рис. 2. Эксцентриковая планетарная передача

Коаксиальное расположение центральных колес также позволяет снизить неравномерность распределения нагрузки по ширине венцов в эксцентриковой планетарной передаче с разъемным центральным колесом (рис. 2, *б*) [4].

Тот же принцип симметрии дает возможность отказаться от подшипников сателлита и водила, функции которого исполняют опорные кольца (рис. 3) [5]. Для этого венцы сателлитов имеют пазы, а солнечные колеса – ответные перемычки. Единовременно работает только половина сателлитов, а вторая не связана с колесом на холостом ходу благодаря перемычкам. Здесь число зубьев солнечного колеса кратно числу зубьев сателлита.

Высокой эффективности могут достигать планетарные передачи с эксцентриковым водилом и механизмом снятия движения с сателлитов. Серьезным недостатком конструкции этих передач до недавнего времени являлась необходимость использования цевочного механизма, имеющего низкий КПД, или кривошипного механизма, значительно усложняющего конструкцию.

Эффективность такой передачи повышается путем применения шариков или роликов. Например, шарики размещаются в наклонных пазах сателлита и радиальных пазах выходного вала (рис. 4) [6].

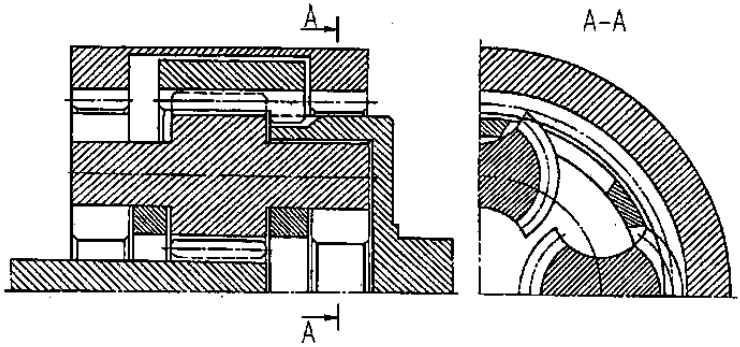


Рис. 3. Безводильная планетарная передача с чередующимися сателлитами

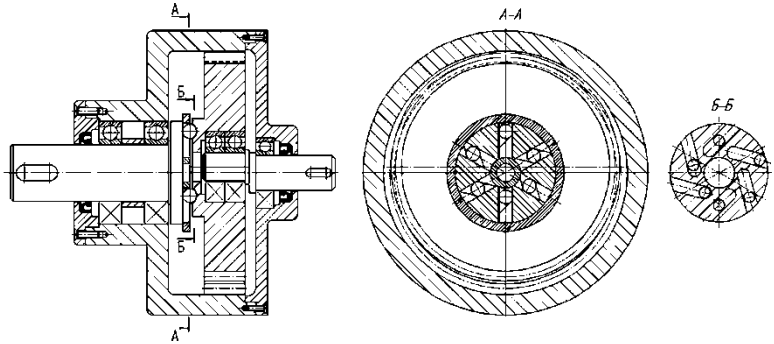


Рис. 4. Передача с шариковым механизмом снятия движения с сателлита

Замена шариков роликами значительно повышает прочность передачи. Ролики располагаются в отверстиях сателлитов и дисков, жестко связанных с выходным валом (рис. 5) [7].

Ролики в этом механизме не скользят, а перекатываются по цилиндрическим поверхностям отверстий, что резко снижает потери на трение. Расчет такого механизма производится с учетом многопарности зацеплений [8, 9].

Увеличить нагрузочную способность планетарной передачи возможно также путем повышения жесткости, что достигается, например, в следующей конструкции [10]. Кольца водила, параллельные щекам корпуса, имеют отверстия под подшипники сателлитов, а щеки корпуса – ответные отверстия меньшего диаметра (рис. 6). При этом также повышается технологичность благодаря отсутствию фиксации кольца относительно щеки корпуса.

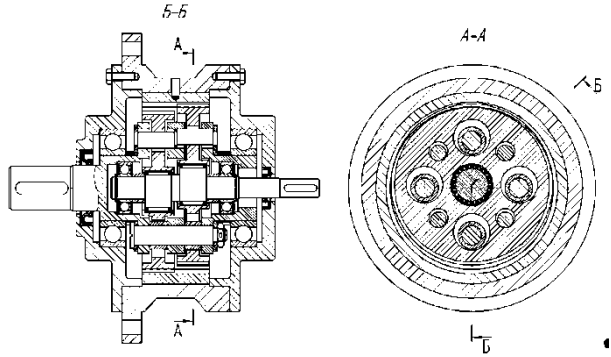


Рис. 5. Передача с роликовым механизмом снятия движения с сателлита

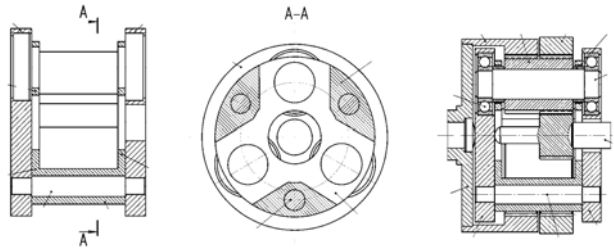


Рис. 6. Водило планетарной передачи

Повысить технологичность планетарной передачи с роликовым механизмом снятия движения позволяет исполнение промежуточных тел в виде троса, проходящего через отверстия, выполненные с невысокой степенью точности [11]. Благодаря плотному обхвату деталей тросом отсутствуют удары между ними, и снижается уровень шума.

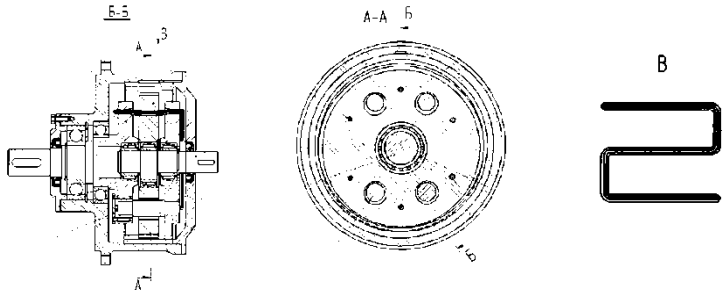


Рис. 7. Планетарная передача с промежуточным телом в виде троса

Таким образом, конструктивное исполнение элементов планетарной передачи, составляющих разные уровни структурной модели, позволяет повысить нагрузочную способность передачи, а также уровень ее технологичности. Дополнительные возможности повышения эффективности планетарных передач могут быть найдены с помощью функциональной и совмещенной функционально-структурной моделей планетарных передач.

Список литературы

1. *Трубачев, Е. С.* Структурная модель приводов трубопроводной арматуры / Е. С. Трубачев, А. Э. Пушкарев, Т. А. Пушкарева // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2017. – Т. 20. № 1. – С. 6–8.

2. *Плеханов, Ф. И.* Выбор виброзащиты зданий и сооружений с подвижными нагрузками на основе функционально-структурной модели / Ф. И. Плеханов, И. А. Пушкарев, А. Э. Пушкарев // Фотинские чтения. – 2017. – № 2(8). – С. 168–172.

3. Пат. 2233394 Российская Федерация. Зубчатая планетарная передача / Молчанов С. М., Скопин А. А., Ившин Н. Г., Плеханов Ф. И., Ефимов И. Н., Некрасов А. А. – 27.07.2004.

4. Пат. 2194894 Российская Федерация. Планетарная передача / Молчанов С. М., Скопин А. А., Ившин Н. Г., Плеханов Ф. И., Калинкин А. А., Парфенов В. Ю. – 20.12.2002.

5. Пат. 1017859 Российская Федерация. Безводильная планетарная передача / Плеханов Ф. И. – 15.05.1983.

6. Пат. 2399813 Российская Федерация. Планетарная передача / Плеханов Ф. И., Овсянников А. В. – 20.09.2010.

7. Пат. 2460917 Российская Федерация. Планетарная передача / Плеханов Ф. И., Овсянников А. В. – 10.09.2012.

8. *Плеханов Ф. И.* Силовой расчет механизма восприятия момента зубчатороликовой планетарной передачи / Ф. И. Плеханов, А. В. Овсянников // Известия вузов. Машиностроение. – 2011. – № 3. – С. 26–29.

9. *Пушкарев, И. А.* Исследование структуры и динамики зубчатороликовой планетарной передачи / И. А. Пушкарев, Т. А. Пушкарева // XXXI Междунар. науч. конф. «Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-31». – Минск, 2018. – С. 40–43.

10. Пат. 2676182 Российская Федерация. Водило планетарной передачи / Плеханов Ф. И., Грахов В. П., Манохин П. Е., Пушкарев И. А. ент на изобретение. – 26.12.2018

11. Пат. 2659360. Российская Федерация. Планетарная передача / Плеханов Ф. И., Грахов В. П., Манохин П. Е., Пушкарев И. А. – 29.06.2018.

А. В. Романов, кандидат технических наук, старший преподаватель
Ю. Р. Никитин, кандидат технических наук, доцент
С. А. Трефилов, кандидат технических наук, доцент
А. И. Абрамов, кандидат технических наук, доцент
И. В. Абрамов, доктор технических наук, профессор
Ю. В. Турыгин, доктор технических наук, профессор
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
E-mail: ms@istu.ru

Программно-аппаратный комплекс диагностирования приводов мобильных роботов*

Программно-аппаратный комплекс обеспечивает сбор и обработку измеряемых параметров привода: электрического тока, скорости вращения, вибрации и температуры, что позволяет проводить его комплексную диагностику. Предлагаемый виртуальный прибор создан на базе разработанных алгоритмов диагностирования. Диагностика приводов выполнена путем наблюдения отклонения (невязки) между измеренными параметрами состояния приводов и их идеальными значениями, полученными с помощью эталонной модели в пространстве состояний.

Ключевые слова: диагностика; привод; мобильный робот; модель; стенд.

Мобильные роботы работают автономно, часто в тяжелых условиях эксплуатации. Это обусловливает требования к высокой надежности роботов. Наиболее слабым звеном робота является его привод. Поэтому задача диагностики приводов актуальна. Решению данной задачи посвящены работы [1–6].

В настоящее время для диагностики часто используется метод идентификации в пространстве состояний. Исследования в данном направлении представлены в работах [7–11].

Модель привода на базе двигателя постоянного тока представлена следующими дифференциальными уравнениями первого порядка:

$$L_{\text{я}} \frac{dI_{\text{я}}}{dt} = -R_{\text{я}} I_{\text{я}} - k_E \omega + U_{\text{я}}; \quad (1)$$

$$J \frac{d\omega}{dt} = k_M I_{\text{я}} - k_{\text{в.тр}} \omega - M_{\text{н}}. \quad (2)$$

© Романов А. В., Никитин Ю. Р., Трефилов С. А., Абрамов А. И., Абрамов И. В., Турыгин Ю. В., 2019

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-08-00772 А.

В уравнении (2) учтено вязкое и сухое трение в виде $-k_{\text{в.тр}}\omega - M_{\text{Н}}$.

Для обнаружения и идентификации дефектов привода применяется пара уравнений (1) и (2), на базе которых строится векторно-матричная модель в пространстве состояний (3).

Линейная модель в пространстве состояний:

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} \dot{I} \\ \dot{\omega} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\dfrac{R}{L} & -\dfrac{k_e}{L} \\ k_M & -\dfrac{k_{\text{в.тр}}}{O} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I} \\ \dot{\omega} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \dfrac{1}{L} & 0 \\ 0 & -\dfrac{1}{J} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U \\ M_{\text{Н}} \end{bmatrix}; \tag{3}$$

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} I \\ \omega \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{x}. \tag{4}$$

Электрический ток является идентификационным параметром для диагностики привода. Применение данного идентификационного параметра на практике потребует измерения момента нагрузки на реальном приводе с последующей имитацией работы эталонного привода и сравнением электрического тока реального и эталонного приводов.

На рис. 1 показана модель в пространстве состояний в векторно-матричной форме с блоком «Переменные состояния» в среде динамического моделирования технических систем *SimInTech*, где моделируется изменение параметров привода относительно эталонного привода. Если скорость привода уменьшается, то регулятор за счет отрицательной обратной связи увеличивает ее, что приводит к стремящейся к нулю невязке по угловой скорости.

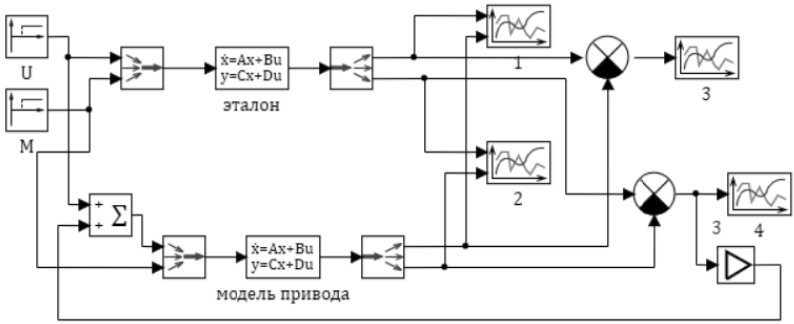


Рис. 1. Схема вычисления невязки по электрическому току и угловой скорости эталона и модели привода МР в пространстве состояний

На рис. 2 показана зависимость изменения невязки электрического тока эталона и модели привода от величины сопротивления и индуктивности якоря привода относительно эталона.

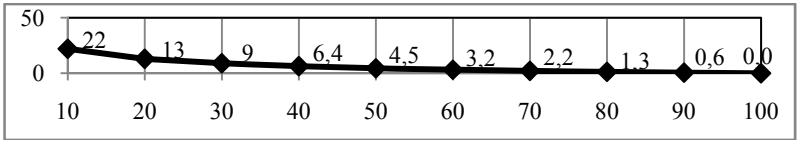


Рис. 2. Зависимость изменения невязки электрического тока эталона и модели привода МР от величины изменения сопротивления и индуктивности якоря привода относительно эталона

Для диагностирования приводов мобильных роботов разработан экспериментальный стенд, структурная схема которого приведена на рис. 3.

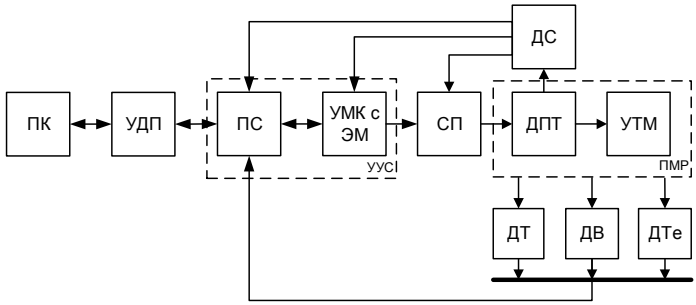


Рис. 3. Структурная схема экспериментального стенда: ПК – персональный компьютер; УДП – устройство диагностирования и прогнозирования; УУС – устройство управления и согласования; ПС – плата согласования; УМК с ЭМ – управляющий микроконтроллер с эталонной моделью; ПМР – привод мобильного робота, в составе: СП – силового преобразователя; ДПТ – двигателя постоянного тока; УТМ – узел точной механики (редуктор); ДТ – датчик тока; ДС – датчик скорости; ДВ – датчик вибрации; ДТе – датчик температуры

Общий вид экспериментального стенда представлен на рис. 4. Экспериментальный стенд состоит из привода мобильного робота *4*, состоящего из двигателя постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов с датчиком скорости *6*, узла точной механики (планетарного редуктора) и силового преобразователя двигателя *3*. Для возможности диагностирования текущего технического стояния привода стенд содержит датчики тока *5* вибрации *8* (устанавливается непосредственно вблизи подшипника качения, двигателя постоянного тока или механической передачи в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13373-1 2009 «Вибрационный контроль состояния машин») и температуры *7*. Выходы датчиков через устройство управ-

ления и согласования *2* подключены к устройству диагностирования и прогнозирования *1*, выполненного на базе одноплатного контроллера *NI CompactRio sbRio-9636*. Эталонная модель работы привода мобильного робота и управление им реализованы на базе микроконтроллера.

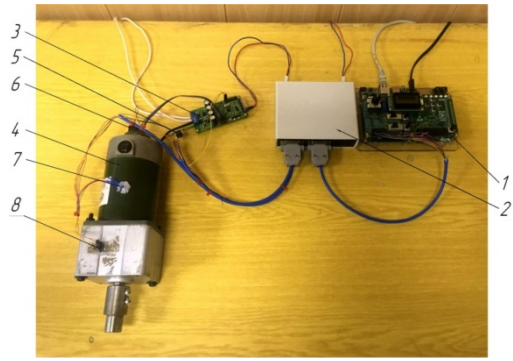


Рис. 4. Общий вид экспериментального стенда: *1* – устройство диагностики и прогнозирования; *2* – устройство управления и согласования; *3* – силовой преобразователь; *4* – привод мобильного робота (мотор-редуктор); *5* – датчик тока; *6* – датчик скорости; *7* – датчик температуры; *8* – датчик вибрации

Двигатель постоянного тока преобразует электрическую энергию в механическую и воздействует на узел точной механики. Одновременно с этим датчик тока измеряет силу электрического тока, протекающего через обмотки электрического двигателя. Датчик вибрации, расположенный в непосредственной близости от подшипников качения, установленных на валу электрического двигателя и в узле точной механики, измеряет уровень вибраций, а датчик температуры – температуру корпуса двигателя и редуктора. Устройство диагностирования определяет техническое состояние привода на основе данных, полученных от датчиков. Результаты диагностики выводятся на экран персонального компьютера.

Список литературы

1. Monitoring of technical condition of motors and bearings of woodworking equipment / I. V. Abramov [et al.] // Acta Facultatis Xylologiae. – 2014. – Vol. 56 (2). – Pp. 97−104.

2. Control and diagnostic model of brushless DC motor / I. V. Abramov [et al.] // Journal of Electrical Engineering. – 2014. – Vol. 65, no. 5. – Pp. 277–282.

3. Диагностика систем приводов деревообрабатывающего оборудования с использованием нечеткой логики / И. В. Абрамов [и др.] // Интеллектуальные системы в производстве. – 2015. – № 1. – С. 31–34.

4. *Никитин, Ю. Р.* Логико-лингвистическая модель диагностирования и прогнозирования остаточного ресурса мехатронных объектов / Ю. Р. Никитин, И. В. Абрамов, П. И. Степанов // Интеллектуальные системы в производстве. – 2013. – № 2 (22). – С. 79–87.

5. *Степанов, П. И.* Комплексная токовая и вибродиагностика электромеханических систем / П. И. Степанов, С. В. Лагуткин, Ю. Р. Никитин // Интеллектуальные системы в производстве. – 2013. – № 2. – С. 160–165.

6. *Степанов, П. И.* Механические и электрические диагностические параметры электрических приводов / П. И. Степанов, С. В. Лагуткин, Ю. Р. Никитин // Интеллектуальные системы в производстве. – 2014. – № 2 (24). – С. 59–63.

7. *Столбов, К. Л.* Диагностирование мотор-редукторов прокатной линии стана 250 / К. Л. Столбов, Ю. Р. Никитин // Интеллектуальные системы в производстве. – 2014. – № 2 (24). – С. 64–69.

8. *Ding, S. X.* Model-Based Fault Diagnosis Techniques // Design Schemes, Algorithms and Tools. – Springer, London, 2013. – 504 p.

9. *Isermann, R*. Combustion Engine Diagnosis. Model-based Condition Monitoring of Gasoline and Diesel Engines and their Components. – Springer-Verlag GmbH, Germany, 2017. – 313 p.

10. *Luo, H*. Plug-and-Play Monitoring and Performance Optimization for Industrial Automation Processes. – Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2017. – 158 p.

11. Диагностирование приводов мобильных роботов на базе модели двигателя постоянного тока / Ю. Р. Никитин [и др.] // Интеллектуальные системы в производстве. – 2018. – Том 16, № 4. – С. 114–121.

Б. В. Севастьянов, доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой «Техносферная безопасность»
Тел. 8 (912) 856-94-22, e-mail: bvd@istu.ru
Р. О. Шадрин, кандидат технических наук, доцент
Тел. 8 (912) 756-10-13, e-mail: p_h_d@mail.ru
Т. А. Кайшева, студентка
Тел. 8 (912) 012-06-10, e-mail: kaysheva@istu.ru
М. В. Иванов, студент
Тел. 8 (912) 745-60-15, e-mail: iwanow.mischanya2011@yandex.ru
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Структурно-логическая модель внедрения системы управления охраной труда на предприятии

В статье проанализировано использование информационных технологий для создания структурно-логической модели внедрения системы управления охраной труда на предприятии с помощью дерева событий.

© Севастьянов Б. В.. Шадрин Р. О., Кайшева Т. А., Иванов М. В., 2019

Ключевые слова: система управления охраной труда; охрана труда; структурно-логическая модель; дерево событий; информационная технология.

Система управления охраной труда (СУОТ) – это единый комплекс взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов, устанавливающих политику и цели в области охраны труда у конкретного работодателя и процедуры по достижению этих целей [1].

Главной целью использования такой системы управления является исключение ситуаций, при которых сотрудники получают какие-либо повреждения в процессе выполнения своих обязанностей на рабочем месте, но для обеспечения таких условий важно обеспечить выполнение нескольких основных задач:

– борьба с травматизмом;

– регулярное проведение профилактики всевозможных профессиональных заболеваний;

– предотвращение различных взрывоопасных или пожарных ситуаций, которые могут привести к смерти или нанесению увечий;

– организация рабочих мест таким образом, чтобы обеспечить улучшение общего качества производственных процессов, а также увеличить общую работоспособность работников;

– обучение охране труда в процессе использования различного производственного оборудования;

– определение и устранение различных неблагоприятных факторов, возникающих в процессе выполнения обязанностей со стороны своих сотрудников.

Система управления охраной труда состоит из важных элементов, которые представлены на рис. 1.

Рис. 1. Элементы системы управления охраной труда

Все эти элементы формируют структуру системы управления охраной труда на предприятии, которая дает представление о том, как правильно организовать работу служб в организации.

Внедрение СУОТ происходит в несколько этапов:

1. Предварительный анализ состояния охраны труда, нормативного обеспечения СУОТ.

2. Планирование системы управления охраной труда, обеспечение подготовки работников в области охраны труда.

3. Разработка и применение системы управления охраной труда.

4. Проверка системы управления охраной труда.

5. Анализ функционирования системы управления охраной труда [2].

Для представления структуры внедрения и обеспечения функционирования системы управления охраной труда в цифровом виде была использована структурно-логическая модель – дерево событий.

Структурно-логическая модель иллюстрирует события, их систему и взаимосвязь между собой. Целью построения структурно-логической модели является получение графического представления логической структуры исследуемой предметной области. Взаимоотношения между событиями отображаются с помощью связей. Связи определяют влияние одного события на другое.

Анализ при помощи *дерева событий* – это метод изучения цепи событий от исходного до конечного. Для построения дерева событий используется программа *TreeCreator*. Входные данные задаются в виде таблицы. По введенным данным программа *TreeCreator* строит схему связей, а также дерево событий. Программа *TreeCreator* позволяет производить автоматическую проверку корректности введенных вероятностей для событий, редактировать события и создавать новые, а также выгружать результаты в документ *MS Word*.

На рис. 2 представлено дерево событий, созданное при помощи программы *TreeCreator*.

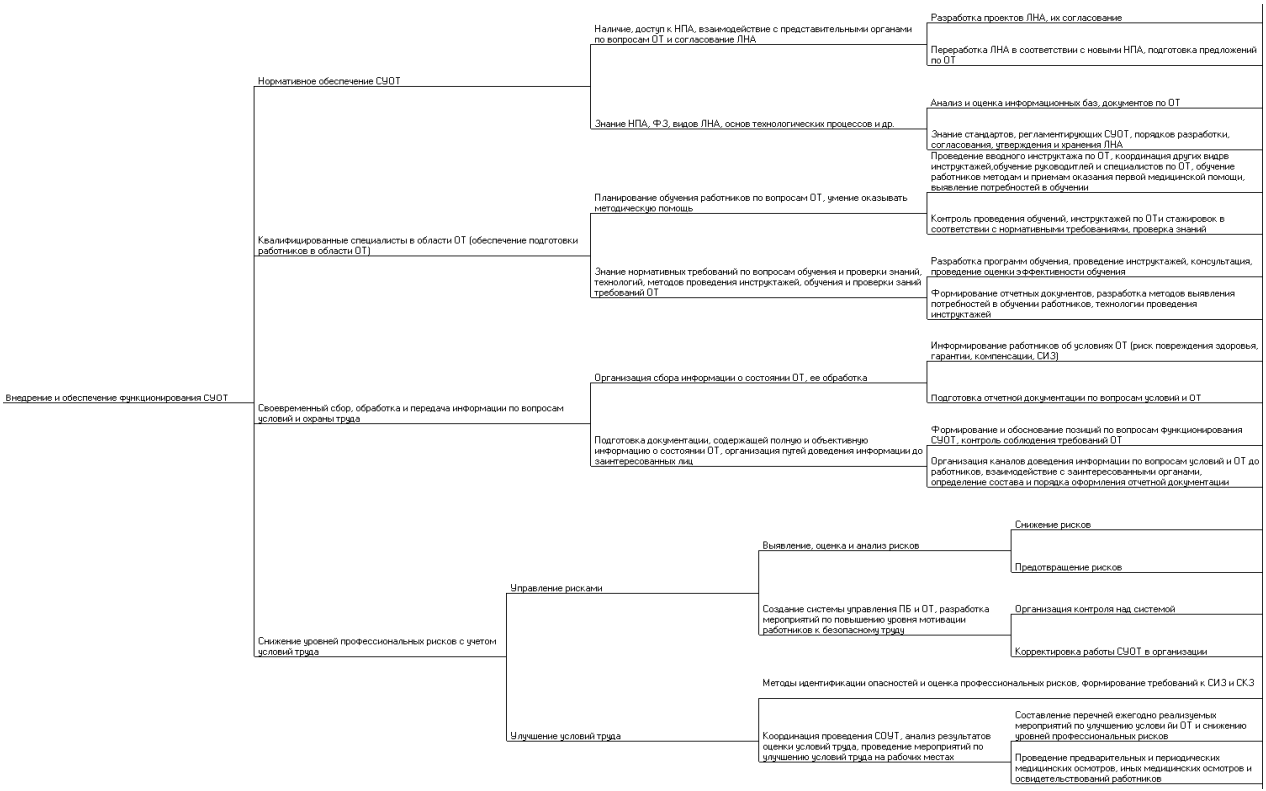


Рис. 2. Дерево событий

Программа *TreeCreator* для построения схемы СУОТ ранее не применялась. Благодаря данному дереву событий можно представить наглядно функции, задачи, необходимые для создания системы управления охраной труда в организации, а также взаимосвязь между ними.

Список литературы

1. Российская Федерация. Законы. Трудовой кодекс Российской Федерации : федер. закон [от 30.12.2001 г. № 197-ФЗ (ред. от 11.10.2018 г., с изм. от 19.12.2018 г.)] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/ (дата обращения: 12.03.2019).
2. Охрана труда. – URL: https://websot.jimdo.com/ (дата обращения: 26.12.2018).

Н. С. Сивцев, доктор технических наук,
профессор кафедры «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
Тел. (3412) 77-20-74, e-mail: sivcevns@istu.ru
С. А. Погудин, аспирант кафедры «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова
Тел. 8 (912) 444-77-28, e-mail: u3jiom@bk.ru

К вопросу моделирования трения в процессах обработки пластическим деформированием

Рассматривается взаимодействие неровностей инструмента и заготовки при ее пластическом деформировании. Предложена математическая модель оценки касательных напряжений на контакте с учетом параметров шероховатости поверхностей жесткого инструмента и заготовки.

Ключевые слова: моделирование; шероховатость; трение; деформация; напряжения.

Трение на контакте инструмента с заготовкой играет существенную роль в процессах пластического деформирования металлов методами формообразующей и поверхностной пластической обработки давлением. С физической точки зрения формообразование резанием также является процессом пластического деформирования.

Особенности контактного взаимодействия и трения тел в этих процессах связаны с большим различием механических свойств обрабаты-

© Сивцев Н. С., Погудин С. А., 2019

ваемого материала и инструмента, высоким уровнем контактных давлений, приводящих к возникновению касательных напряжений и сил трения не только за счет приложения касательной нагрузки, но и за счет деформационных перемещений.

В механизме трения особую роль играет шероховатость контактирующих поверхностей. Неровности поверхностей первыми вступают во взаимодействие, на них при пластической деформации формируется фактическая площадь контакта.

Модели трения при взаимодействии неровностей жёсткого инструмента с гладкой поверхностью заготовки при её пластической деформации рассмотрены в работах [1–6]. В этих работах получены зависимости между величиной смятия неровностей, глубиной затекания металла в неровности инструмента, уровнем контактных давлений в условиях сухого и граничного трения. Разработке моделей контактного взаимодействия при пластической деформации двух шероховатых поверхностей посвящены работы Н. Б. Дёмкина [7], В. С. Комбалова [8], И. В. Крагельского [9], Н. М. Михина [10], Э. В. Рыжова [11], А. Г. Суслова [12] и многих других ученых.

Ниже рассмотрена задача определения нормальных и касательных напряжений на контакте в зависимости от параметров шероховатости жёсткого инструмента и параметров шероховатости поверхности пластически деформируемой заготовки.

Для решения задачи воспользуемся моделью контактного взаимодействия инструмента с заготовкой в локальном очаге деформации отдельной неровности заготовки (рис. 1) [13].

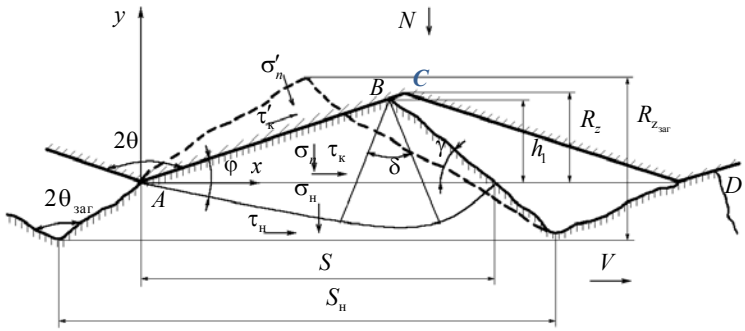


Рис. 1. Модель контактного взаимодействия инструмента с заготовкой и поле линий скольжения в локальном очаге деформации неровности заготовки

Примем, что деформированное состояние плоское, деформируемый материал заготовки идеально жесткопластический, процесс деформации изотермический. Неровности поверхности инструмента и заготовки аппроксимируем регулярным треугольным профилем с углом при вершине соответственно 2θ и $2\theta_{заг}$ и наибольшей высотой профиля R_z и $R_{z\,заг}$. В задаче принимается $\theta > \theta_{заг}$, $R_{z\,заг} > R_z$. Рассматривается первая стадия контактного взаимодействия, когда вершина пластической волны находится в пределах ската AB неровности. Деформируемый металл смещается относительно инструмента вправо со скоростью V, течение установившееся. Эффекты упрочнения не рассматриваются. Для определения касательных напряжений на контакте при заполнении пластической волной впадины неровности инструмента принят закон пластического трения Л. Прандтля [14]:

$$\tau_к = f_\tau k \,,$$

где f_τ – фактор трения по В. В. Соколовскому [15] и В. Л. Колмогорову [2, 16], коэффициент пластического трения по Е. М. Макушку [17]; k – константа сдвига ($k = \sigma_s / \sqrt{3}$), здесь σ_s – предел текучести деформируемого материала.

Следуя работе [6], запишем выражения для определения средних значений давления σ_n и касательного напряжения $\tau_{ê}$ на идеализированной поверхности трения (плоскости сдвига) AD:

$$\sigma_n = 0,5k\frac{h_1}{R_z}\left[1+2(\theta+\varphi)-\frac{\pi}{2}-2\gamma+\sin 2\varphi-\cos 2\varphi\operatorname{ctg}\theta\right]; \qquad (1)$$

$$\tau_к = 0,5k\frac{h_1}{R_z}\left[\left(1+2\theta+2\varphi-\frac{\pi}{2}-2\gamma+\sin 2\varphi\right)\operatorname{ctg}\theta+\cos 2\varphi\right], \qquad (2)$$

где h_1 – высота волны металла, затекшего во впадину неровности инструмента при его сближении с шероховатой поверхностью заготовки; φ – угол наклона линий скольжения к фактической площади контакта; γ – угол наклона свободной поверхности неровности заготовки к идеализированной поверхности трения AD:

$$\gamma = \arcsin\sqrt{\cos\theta/\sqrt{2}} \,.$$

Приведенный к идеализированной поверхности трения AD фактор трения f_τ определится:

$$f_\tau = 0,5\frac{h_1}{R_z}\left[\left(1+2\theta+2\varphi-\frac{\pi}{2}-2\gamma+\sin 2\varphi\right)\operatorname{ctg}\theta+\cos 2\varphi\right]. \qquad (3)$$

Следует иметь в виду, что адгезионная и деформационная составляющие сил трения на фактическом контакте *AD* незначительны [13]. Это позволяет принять равными нулю касательные напряжения $\tau'_к$ на этом контакте. Тогда угол наклона линий скольжения $\varphi = \pi/4$, а выражения (1)–(3) преобразуются к виду:

$$\sigma_n = k\frac{h_1}{R_z}(1+\theta-\gamma)\,; \tag{4}$$

$$\tau_к = k\frac{h_1}{R_z}(1+\theta-\gamma)\mathrm{ctg}\theta\,; \tag{5}$$

$$f_\tau = \frac{h_1}{R_z}(1+\theta-\gamma)\mathrm{ctg}\theta\,. \tag{6}$$

Анализ зависимостей (4)–(6) показывает, что с увеличением угла профиля неровности инструмента (уменьшением угла наклона профиля неровности к номинальной поверхности) значения касательного напряжения и фактора трения f_τ снижаются (рис. 2). Уменьшение угла инструмента снижает величину среднего нормального напряжения σ_n, необходимого для достижения пластической волной вершины неровности инструмента.

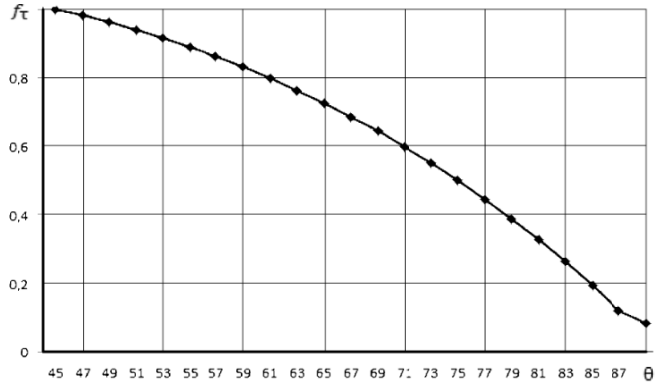


Рис. 2. Зависимость фактора трения f_τ от угла профиля неровности инструмента ($h_1 = R_z$)

Для определения высоты h_1 волны металла, затекшего во впадину неровности инструмента, рассмотрим площади F_1 и F_2 неровности за-

готовки до и после ее деформации при сближении с вершиной неровности инструмента на величину h_2 (рис. 1).

Исходя из простых геометрических построений можно записать:

$$F_1 = h_2^2 \mathrm{tg}\theta_{\text{заг}};$$

$$F_2 = 1/2\, h_1^2 (\mathrm{tg}\theta + \mathrm{ctg}\gamma) + 1/2\, (R_{z_{\text{заг}}} - h_2)^2 (\mathrm{tg}\theta_{\text{заг}} - \mathrm{ctg}\gamma).$$

Приравнивая F_1 к F_2 после математических преобразований получим:

$$h_1 = \sqrt{\frac{2h_2^2 \mathrm{tg}\theta_{\text{заг}} - (R_{z_{\text{заг}}} - h_2)^2 (\mathrm{tg}\theta_{\text{заг}} - \mathrm{ctg}\gamma)}{\mathrm{tg}\theta + \mathrm{ctg}\gamma}}.$$

Нормальные $\sigma_н$ и касательные $\tau_н$ напряжения на номинальной поверхности неровности заготовки $S_н$ (рис. 1) определим из соотношений:

$$\sigma_н = \frac{S}{S_н}\sigma_n;\ \tau_н = \frac{S}{S_н}\tau_к.$$

Учитывая, что $S = h_1(\mathrm{tg}\theta + \mathrm{ctg}\gamma)$ и принимая длину номинальной поверхности S_i равной среднему шагу неровностей заготовки $S_{m_{\text{заг}}}$, можно записать:

$$\frac{S}{S_н} = \frac{h_1(\mathrm{tg}\theta + \mathrm{ctg}\gamma)}{S_{m_{\text{заг}}}}.$$

Средний шаг неровностей $S_{m_{\text{заг}}}$ связан с параметрами шероховатости зависимостью [18]:

$$S_{m_{\text{заг}}} = 2R_{z_{\text{заг}}} \mathrm{tg}\theta_{\text{заг}}.$$

Из последней формулы имеем:

$$\theta_{\text{заг}} = \mathrm{arctg}\frac{S_{m_{\text{заг}}}}{2R_{z_{\text{заг}}}};\ \theta = \mathrm{arctg}\frac{S_m}{2R_z}.$$

Параметры шероховатости инструмента и заготовки вдоль и поперек следов механической обработки, различны. Это является одной из причин анизотропного трения.

Касательные напряжения в зависимости от направления скольжения определяются зависимостью [19]:

$$\tau = \tau_{\text{поп}} \sin\chi + \tau_{\text{пр}} \cos\chi,$$

где $\tau_{поп}$ и $\tau_{пр}$ – значения касательных напряжений поперек и вдоль следов механической обработки; χ – угол между направлением скольжения и направлением следов механической обработки.

Предложенная модель при дальнейшем уточнении может быть использована для расчета этих напряжений в условиях анизотропного трения.

Список литературы

1. *Джонсон, К.* Механика контактного взаимодействия / пер. с англ. – М. : Мир, 1989. – 510 с.

2. *Колмогоров, В. Л.* Механика обработки металлов давлением : учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Екатеринбург : Изд-во УГТУ, 2001. – 836 с.

3. *Макушок, Е. М.* Массоперенос в процессах трения / Е. М. Макушок, Т. В. Калиновская, А. В. Белый. – Минск : Наука и техника, 1978. – 272 с.

4. *Макушок, Е. М.* Самоорганизация деформационных процессов. – Минск : Навука і тэхніка, 1991. – 272 с.

5. *Покрас, И. Б.* Анализ контактного взаимодействия инструмента с заготовкой в процессах обработки металлов давлением // Кузнечно-штамповочное производство. – 1978. – № 4. – С. 6–9.

6. *Сегал, В. М.* Технологические задачи теории пластичности (методы исследования). – Минск : Наука и техника, 1977. – 256 с.

7. *Демкин, Н. Б.* Контактирование шероховатых поверхностей. – М. : Наука, 1970. – 227 с.

8. *Комбалов, В. С.* Влияние шероховатости твердых тел на трение и износ. – М. : Наука, 1974. – 110 с.

9. *Крагельский, И. В.* Трение и износ. – М. : Машиностроение, 1968. – 235 с.

10. *Михин, Н. М.* Трение в условиях пластического контакта. – М. : Наука, 1968. – 104 с.

11. *Рыжов, Э. В.* Контактная жесткость деталей машин. – М. : Машиностроение, 1966. – 196 с.

12. *Суслов, А. Г.* Качество поверхностного слоя деталей машин. – М. : Машиностроение, 2000. – 320 с.

13. *Сивцев, Н. С.* Механико-математическая модель нагружения локального контакта при ППД в нестационарных условиях трения // Известия вузов. Машиностроение. – 2004. – № 10. – С. 3–12.

14. Теоретические основы ковки и горячей объемной штамповки / Е. М. Макушок [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1968. – 408 с.

15. *Соколовский, В. В.* Теория пластичности. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1969. – 608 с.

16. Теория пластических деформаций металлов / Е. П. Унксов [и др.] ; под ред. Е. П. Унксова, А. Г. Овчинникова. – М. : Машиностроение, 1983. – 598 с.

17. *Макушок, Е. М.* Механика трения. – Минск : Наука и техника, 1974. – 252 с.

18. *Харач, Г. М.* Об определении характеристик микрогеометрии поверхности со случайной шероховатостью при расчетах трения и износа / Г. М. Харач, Л. И. Экслер // Контактное взаимодействие твердых тел и расчет сил трения и износа. – М. : Наука, 1971. – С. 169–175.

19. Закономерности граничного трения при обработке металлов давлением / И. Б. Покрас [и др.] // Интеллектуальные системы в производстве. – 2012. – № 1. – С. 122–127.

В. Вал. Соболев, доктор физико-математических наук, доцент,
декан факультета «Математика и естественные науки»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
E-mail: Soboleff.val@yandex.ru
В. В. Соболев, доктор физико-математических наук, профессор,
профессор кафедры «Физика твердого тела»
Удмуртский государственный университет, г. Ижевск
E-mail: sobolev@uni.udm.ru

Сопоставление оптических спектров силицида магния и кремния

В работе определены спектры шестнадцати оптических функций Mg_2Si в области 0–11 эВ при 77 К. Они содержат пять максимумов и ступенек, обусловленных междузонными переходами и метастабильными экситонами, а также максимумы объемных и поверхностных плазмонов при ~9.56 и ~7.30 эВ соответственно. Установлены их основные особенности и общие закономерности. Расчеты выполнены на основе известного экспериментального спектра отражения в области 0–11 эВ при 77 К с помощью компьютерных программ, созданных на основе соотношений Крамерса – Кронига и известных аналитических формул связи между оптическими функциями. Установлены существенные структурные различия в оптических спектрах Si и Mg_2Si в широкой области энергии.

Ключевые слова: силицид магния; кремний; оптическая функция; максимум; ступенька; междузонный переход; экситон; плазмон; диэлектрическая проницаемость.

Введение

Бинарные силициды группы Mg_2X (X–Si, Ge, Sn) представляют практический интерес для современной твердотельной электроники. Это можно объяснить их хорошей химической и технологической совместимостью с кремнием, высокой термостабильностью, стойкостью к окислительным и агрессивным средам. Соединение Mg_2Si кристал-

© Соболев В. Вал., Соболев В. В., 2019

лизуется в структуре антифлюорита – кубической гранецентрированной решетке с пространственной группой симметрии $Fm3m$ (O_h^5). Зоны Бриллюэна (ЗБ) кристаллов групп Mg_2X (X – Si, Ge, Sn) и A^4 аналогичны. Однако в элементарной ячейке Mg_2X содержатся три атома [1–4]. Силицид магния – полупроводник с энергией запрещенной зоны $E_g \cong 0.6$–0.7 эВ [5].

В источниках [6, 7] были исследованы спектры отражения полированных поликристаллов Mg_2Si в области 1–6 эВ при $T = 293$ К, в источнике [8] – свежие зеркальные сколы монокристаллов в области 1.5–12.5 эВ при $T = 293$ К и 1,5–5 эВ при $T = 77$ К, а в [9] – сколы монокристаллов в области 1–11 эВ при $T = 77$ К. В спектрах отражения работ [6, 7] было обнаружено шесть пиков: самый интенсивный с дублетной структурой в области 400 мкм, два гораздо менее интенсивные в области 300 мкм, очень слабый пик у 222 мкм и слаборазрешенный сильный пик у 450 мкм. В работе [8] методом прецизионной регистрации с точностью $\Delta R \cong 0,03$ % наблюдалась сложная структура $R(E)$ в виде четырех полос. Наиболее совершенный спектр $R(E)$ был получен на сколах Mg_2Si в атмосфере азота при 77 К в области 1–11 эВ [9]. В основном результаты работ [6–9] согласуются по количеству и положению выявленных структур спектров отражения. Оптические спектры для Si [10] по сравнению со спектрами силицида магния очень слабо структурны. Этим они принципиально отличаются от них.

Электронная структура силицида магния рассчитана многими теоретическими методами [1–4, 11–13, 14–16]. Их результаты несколько различаются по локализации минимума нижней зоны проводимости (НЗП) и величине спин-орбитального расщепления верхней валентной зоны (ВВЗ). Во всех теоретических расчетах максимум ВВЗ находится в точке Γ_{15} и образован в основном p-орбиталями, а минимум НЗП расположен около точки X_1 или в точке X_3 [17], причем минимумы в этих двух точках близки. Из работы [4] следует, что экстремумы самой верхней валентной зоны Mg_2Si в точках X и L относительно экстремума в точке Γ расположены ниже примерно на 2 (E_X) и 0.5 эВ (E_L). Теоретическое значение E_{gi} (1.3 эВ) [8] в 1.7 раза больше экспериментального (0.77 эВ) [18, 19].

В экспериментальном спектре отражения Mg_2Si в области 1–11 эВ [9] наблюдаются пять слабо выраженных максимумов и ступенек, а теоретические спектры $\varepsilon_2(E)$ содержат лишь два – три максимума. Это свидетельствует о несовершенстве теоретических расчетов. В них нет обоснованных выводов о локализации этих максимумов. Чтобы преодолеть противоречия многочисленных теоретических расчетов

электронной структуры кристалла силицида магния, нужна более детальная информация об особенностях полос переходов в оптических спектрах, чем только известные спектры отражения 1–12 эВ [6–9]. С целью получить новую информацию об особенностях оптических спектров и оптических свойств системы Mg_2Si интересно сопоставить оптические спектры Mg_2Si и Si.

Методика расчетов

Обычно в широкой области энергии известен только спектр зеркального отражения при почти нормальном падении света на поверхность образца. Поэтому наиболее распространенным методом получения полного комплекса оптических функций общепринят расчет, использующий экспериментальный спектр отражения $R(E)$ и специальные компьютерные программы. Программа расчетов составлена с помощью интегральных соотношений Крамерса – Кронига и известных аналитических формул, связывающих оптические функции между собой, а также методов экстраполяции функции $R(E)$ в неизмеренные области спектра. Методы расчетов, используемые в работе, подробно изложены в [20–23] и обсуждены в [24, 25].

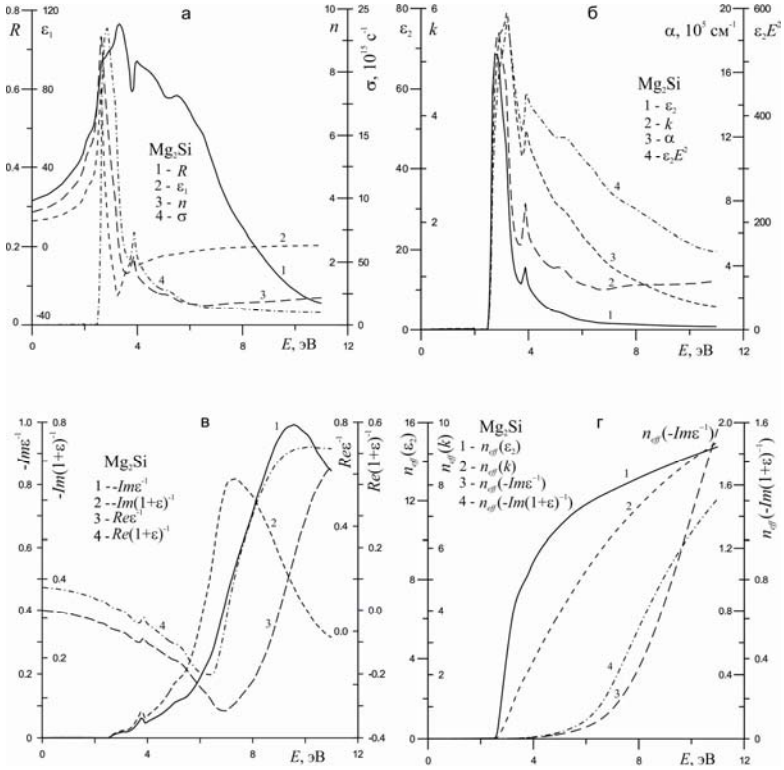
Результаты расчетов и их обсуждение

На основе экспериментального спектра отражения сколов монокристалла Mg_2Si при $T = 77$ К в области энергии 1–11 эВ работы [9] нами были рассчитаны спектры комплекса оптических функций (рисунок, таблица). Экспериментальный спектр отражения в области 1–11 эВ содержит три максимума и две ступеньки. Максимумы поперечных аналогов полос $R(E)$ в спектрах $\varepsilon_1(E)$, $n(E)$, $\sigma(E)$ (рисунок, *а*) значительно уже структур $R(E)$ и практически совпадают, или смещены в область меньших энергий на ~0.2 эВ. Спектры $\varepsilon_2(E)$, $\alpha(E)$, $k(E)$, $\varepsilon_2 E^2(E)$ (рисунок, *б*) по структуре схожи со спектрами R, ε_1, n, σ. В спектре $\varepsilon_2(E)$ проявляются три структуры, а самая интенсивная полоса находится при энергии 2.86 эВ. Спектр $k(E)$ аналогичен спектру $\varepsilon_2(E)$. Максимумы функций $\alpha(E)$, $k(E)$, $\varepsilon_2 E^2(E)$ почти совпадают по энергии с их аналогами функции $\varepsilon_2(E)$ или смещены в область больших энергий на $\Delta E \approx 0.1$ эВ. Структура при 2.91 и 2.89 эВ в спектрах $\alpha(E)$ и $\varepsilon_2 E^2(E)$ соответственно является наиболее интенсивной. Для функции $\alpha(E)$ она достигает значения $\approx 2 \cdot 10^6$ см$^{-1}$. Спектр отражения содержит весьма интенсивные структуры в области энергий 2–6 эВ, тогда как функция ε_2, дойдя до максимального значения, далее при энергиях более 3 эВ резко спадает. В спектре объемных характеристических потерь $-\mathrm{Im}\varepsilon^{-1}$ (рисунок, *в*) наблюдаются четыре структуры: два максимума – слабый

при 3.79 эВ и весьма интенсивный при энергии 9.56 эВ, а также две ступеньки при 3.0 и 5.1 эВ. В спектре $-\mathrm{Im}(1+\varepsilon)^{-1}$ наблюдаются аналогичные структуры, в частности интенсивный максимум при 7.3 эВ. Структуры в спектре поверхностных потерь либо совпадают по энергии с соответствующими структурами спектра объемных потерь, либо смещены в область меньших энергий на ~2.2 эВ. Продольные аналоги $\varepsilon_2(E)$ в спектрах объемных и поверхностных характеристических потерь энергии электронов заметно более широкие и почти совпадают по энергии, либо смещены в область больших энергий на ~0.1 эВ. Эти структурные данные для Mg_2Si почти полностью пропадают для Si.

На рисунке, *г* представлены спектры $n_{\mathrm{eff}}(E)$, рассчитанные по спектрам $\varepsilon_2(E)$, $k(E)$, $-\mathrm{Im}\varepsilon^{-1}$, $-\mathrm{Im}(1+\varepsilon)^{-1}$ в области 1–11 эВ. Кривая $n_{\mathrm{eff}}(\varepsilon_2)$ имеет резкий длинноволновый край при $E \approx 2.55$ эВ, далее возрастает до 6 при ~6 эВ, а затем при больших энергиях почти линейно растет до ≈7.5 при 11 эВ, когда максимально возможное число валентных электронов в формульной единице соединения составляет 8. Функция $n_{\mathrm{eff}}(k)$ также начинает почти линейно возрастать от нулевых значений, начиная с энергии ≈2.55 эВ до значений ~4.5 при 11 эВ. Кривые $n_{\mathrm{eff}}(-\mathrm{Im}\varepsilon^{-1})$ и $n_{\mathrm{eff}}(-\mathrm{Im}(1+\varepsilon)^{-1})$, напротив, начинают очень плавное возрастание примерно от ~4 эВ, достигая при 11 эВ значений ~0.95 и ~0.6 соответственно. Кривая $n_{\mathrm{eff}}(-\mathrm{Im}\varepsilon^{-1})$ расположена ниже кривой $n_{\mathrm{eff}}(\varepsilon_2)$ при ~6 эВ в ~120 раз, при ~10 эВ в ~9 раз. Это значит, что полосы переходов в области энергий около 6 эВ формируются светом в ~120 раз более эффективно, чем потоком быстрых электронов, а в области больших энергий (~10 эВ) эта разница в формировании полос переходов снижается до 9 раз. Это свидетельствует о том, что спектр функции $\varepsilon_2(E)$ в основном формируется большей частью валентных электронов в области интенсивного поглощения, спектры характеристических потерь при этом формируются очень слабо, т. к. взаимодействия вещества со светом и потоком быстрых частиц совершенно разные.

Коротко сопоставим оптические спектры и электронные структуры кремния и Mg_2Si. Естественно предположить, что валентные зоны у Mg_2Si, как и у кремния, в основном обусловлены орбиталями кремния. Поэтому наиболее существенные различия между электронными структурами обоих соединений ожидаются в области нижней зоны проводимости. Самая нижняя зона проводимости кремния связанная с прямыми междузонными переходами расположена выше минимума зоны проводимости на сравнительно большое значение: примерно 2 эВ.



Экспериментальный спектр $R(E)$ (1) [9] и расчетные спектры $\varepsilon_1(E)$ (2), $n(E)$ (3), $\sigma(E)$ (4) (*а*); $\varepsilon_2(E)$ (1), $\alpha(E)$ (2), $k(E)$ (3), $\varepsilon_2E^2(E)$ (4) (*б*); $-\mathrm{Im}\varepsilon^{-1}(E)$ (1), $-\mathrm{Im}(1+\varepsilon)^{-1}(E)$ (2), $\mathrm{Re}\varepsilon^{-1}(E)$ (3), $\mathrm{Re}(1+\varepsilon)^{-1}(E)$ (4) (*в*) и n_{eff}, рассчитанные на основе ε_2 (1), k (2), $-\mathrm{Im}\varepsilon^{-1}$(3), $-\mathrm{Im}(1+\varepsilon)^{-1}$(4) (*г*), при 77 К кристалла Mg_2Si

Энергии (эВ) максимумов и ступенек (в скобках) оптических функций кристалла Mg_2Si

№	R	ε_1	ε_2	n	k	α	ε_2E^2	$-\mathrm{Im}\varepsilon^{-1}$	$-\mathrm{Im}(1+\varepsilon)^{-1}$	σ
1	(2.1)	(2.1)	–	(2.1)	–	–	–	–	–	–
2	(2.9)	2.62	2.86	2.62	2.9	2.91	2.89	(3.0)	(3.0)	2.82
3	3.35	–	–	–	3.20	(3.2)	(3.1)	–	–	–
4	3.99	(3.79)	3.90	3.87	3.95	3.93	4.0	3.89	3.80	3.89
5	5.51	-	(5.1)	(5.1)	(5.1)	(5.1)	(5.2)	(5.1)	(5.1)	–
6	–	–	–	–	–	–	–	9.56	7.3	–

У Mg_2Si проявляются сравнительно интенсивные переходы, расположенные по энергии выше E_{gi} вместо широкой области очень слабых полос переходов у чистого кремния. Дополнительно к этой принципиально важной особенности сильных различий между интенсивностями полос переходов кремния и Mg_2Si добавляется следующее существенное различие: в области 2–6 эВ в экспериментальных спектрах отражения силицида магния наблюдаются три хорошо выраженных максимума с дублетной структурой вместо наблюдаемых в этой области у кремния существенно менее выраженных полос. Аналогичные резкие структурные различия наблюдаются и у других оптических функций обоих кристаллов. К сожалению, даже многочисленные теоретические расчеты Mg_2Si пока являются сильно упрощенными. Это не позволяет объяснить природу существенно различных особенностей оптических спектров обоих соединений.

Заключение

Впервые определены спектры шестнадцати фундаментальных поперечных и продольных оптических функций монокристалла силицида магния в области энергии 1–11 эВ при 77 К вместо известного спектра отражения и рассчитанного по нему спектра диэлектрической проницаемости. Расчеты выполнены на основе экспериментального спектра отражения с помощью специальных компьютерных программ. Установлены и сопоставлены основные особенности полученных интегральных спектров. Полученная обширная новая информация позволит количественно и детально анализировать теоретические расчеты зон и экситонов Mg_2Si, а также родственных ему кристаллов в широкой области энергии. Установлены существенные структурные различия в оптических спектрах Si и Mg_2Si в широкой области энергии. Для выяснения их природы необходимы дальнейшие более детальные расчеты.

Список литературы

1. *Folland, N. O.* Phys. Rev., 158. – 1967. – Pp. 764–775.

2. *Au-Yang M. Y.* Phys. Rev. / M. Y. Au-Yang and Marvin L. Cohen**.** – 1969. – N 3. – Pp. 1358–1364.

3. *Peter, M. Lee*. Phys. Rev. – 1964. – N 4A. – Pp. 1110–1114.

4. *Au-Yang, M. Y.* Sol. St. Comm. / M. Y. Au-Yang and Marvin L. Cohen. – 1968. – Pp. 855–858

5. *Stella, A.* Phys. Chem. Sol. / A. Stella, D. W. Linch. J. – 1964. – Pp. 1253–1259.

6. *Кроитору, С. Г.* Неорганические материалы / С. Г. Кроитору, В. В. Соболев. – 1966. – № 3. – С. 50–54.

7. *Кроитору, С. Г.* Оптика и спектроскопия / С. Г. Кроитору, В. В. Соболев. – 1966. – № 1. – С. 91–93.

8. ФТТ / В. В. Соболев [и др.]. – 1970. – № 10. – С. 2687–2691.
9. *Scouler W. J.* Phys. Rev. – 1969. N 3. – Pp. 1353–1357.
10. Соболев, В. В. Собственные энергетические уровни твердых тел группы A^{IV}. – Кишинев : Штиинца, 1978.
11. Phys. Rev. B / X. J. Tan [et al]. – 2012. – N 20.
12. *Kutorasinski, K*. Phys. Rev. B / K. Kutorasinski, J. Tobola, S. Kaprzyk**.** – 2013. – N 19.
13. Functional Materials Letters / J. Bourgeois [et al]. – 2013. – N 5.
14. *Aymerich, F*. Phys. Stat. Sol. / F. Aymerich and G. Mula. – 1970. – Pp. 697–704.
15. Phys. Stat. Sol. B. / O. Benhalal [et al]. – 2005. – N 10. – Pp. 2022–2032.
16. *Arnaud, B*. Phys. Rev. B / B. Arnaud, M. Alouani. – 2001. – N 3.
17. Phys. Rev. Lett. / W. Lui. – 2012. – N 16.
18. *Busch, G*. Physica / G. Busch and U. Winkler. – 1954. – N 11. – Pp. 1067–1072.
19. *Winkler, U*. Helv. Phys. Acta. – 1955. – Pp. 633–666.
20. *Соболев, В. В.* Методы вычислительной физики в теории твердого тела. Электронная структура полупроводников / В. В. Соболев, В. В. Немошкаленко. – Киев : Наук. думка, 1988.
21. *Соболев, В. В*. Оптические свойства и электронная структура неметаллов. I. Введение в теорию. – М. ; Ижевск : Ин-т комп. исслед., 2012.
22. *Sobolev, V. Val*. Semiconduct. Semimetal. / V. Val. Sobolev, V. V. Sobolev. – 2004. – Pp. 201–228.
23. *Kalugin, A. I.* Phys. Rev. B / A. I. Kalugin, V. V. Sobolev. – 2005. – № 11.
24. *Соболев, В. В*. Аморфные и микрокристаллические полупроводники : сб. тр. IX Междунар. конф. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – С. 25.
25. *Мерзляков, Д. А*. Аморфные и микрокристаллические полупроводники : сб. тр. X Междунар. конф. / Д. А. Мерзляков, В. В. Соболев, В. Вал. Соболев. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – С. 364.

Э. Х. Шемякина, аспирант
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. 8 (912) 454-75-57, e-mail: beam-new@mail.ru

PLM как компонент концепции «Индустрия 4.0»

Статья касается концепции «Индустрия 4.0», дается ее определение и структура. Производится обзор одного из компонентов (факторов) данной концепции – PLM.

Ключевые слова: «Индустрия 4.0»; информационные системы; автоматизация и информатизация производства, жизненный цикл производства; PLM-система.

© Шемякина Э. Х., 2019

Четвертая индустриальная революция (Индустрия 4.0) – переход на полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое интеллектуальными системами в режиме реального времени в постоянном взаимодействии с внешней средой, выходящее за границы одного предприятия, с перспективой объединения в глобальную промышленную сеть вещей и услуг [1] (рис. 1).

Рис. 1. Концепция «Индустрия 4.0» и соответствующие цифровые технологии

Производство и все сопутствующие ему процессы происходят в физическом пространстве, а процессы, протекающие в компьютерных системах, в информационном пространстве. Поэтому для эффективного использования IT-технологий необходимо преобразовать производственные проблемы, происходящие в физическом пространстве, в информационные проблемы, а также иметь возможность обратного преобразования данных. Такое преобразование следует рассматривать как проблему адекватного моделирования, т. е. установления взаимно однозначного соответствия между физическим и информационным пространством [2].

Организационно-техническая система Industry 4.0, состоит из 6 подсистем (факторов), которые в разной степени используются в промышленности [3]:

1. PLM (Product Lifecycle Management) – «управление жизненным циклом изделия».
2. Big Data – большие данные.

3. SMART Factory – продуманный завод.
4. Cyber-physical systems – киберфизические системы.
5. Internet of Things (IoT) – Интернет вещей.
6. Interoperability – интероперабельность (функциональная совместимость).

В данной статье будет подробно рассмотрен первый компонент – PLM (Product Lifecycle Management).

Product Lifecycle Management (PLM) – технология управления жизненным циклом изделий. Организационно-техническая система, обеспечивающая управление всей информацией об изделии и связанных с ним процессах на протяжении всего его жизненного цикла, начиная с проектирования и производства до снятия с эксплуатации [4] (рис. 2).

Рис. 2. Управление жизненным циклом изделия на основе PLM

Основные положения концепции:

1. Любые инженерные данные, возникающие на этапах жизненного цикла изделия, хранятся и управляются централизованно в электронном виде.

2. Создается единая информационная база, описывающая информацию о продукте и, связанных с ним, процессах и ресурсах.

3. Вся информация по изделию хранится в структурированном виде, либо связана друг с другом отношениями, позволяющими проследить их взаимосвязь [5].

Основное назначение PLM-концепции – объединение и эффективное взаимодействие изолированных участков автоматизации, образовавшихся в результате внедрения различных систем, таких как CAD, PDM, ERP, MES.

CAD – это система автоматизированного проектирования, предназначенная для выполнения проектных работ с применением компьютерной техники. В данной системе создается конструкторская и технологическая документация на изделия.

PDM – организационно-техническая система, в которой происходит управление всей информацией об изделии. С помощью PDM-системы отслеживается большой массив данных и инженерно-технической информации, которые необходимы на этапе проектирования, производства (строительства), а также на этапах эксплуатации, сопровождения и утилизации изделий.

ERP-система – интегрированная система управления предприятием и производством, представляющая собой единое хранилище данных, которое связывает между собой финансовый учет, процессы сбыта, производства, планирования, управления персоналом, взаимодействия с поставщиками и партнерами.

MES – производственная исполнительная система, предназначенная для оперативного планирования и управления производством [6].

Преимущества PLM-концепции

Группа компаний «ПЛМ «Урал», специализирующаяся на внедрении передовых CAD/CAE/CAM/CAI/PLM решений, предназначенных для цифрового сопровождения изделия на всех этапах его жизненного цикла, выделяет следующие преимущества PLM-концепции:

– основное и главное - быстрый доступ к нужной и актуальной информации об изделии, что является основой для обеспечения качества, сокращения сроков и снижения себестоимости;

– сокращение сроков проектирования и производства;

– сокращение количества ошибок;

– усиление контроля за качеством;

– сокращение издержек;

– сопровождение интеллектуальной собственности предприятия;

– обеспечение данными АСУП/ERP-систем.

Совместное использование PLM ERP и MES дает синергетический эффект и позволяет получить максимальную отдачу от использования этих систем [5].

PLM-системы в рамках мелкосерийного производства

Особую роль использование или интеграция PLM-систем может сыграть в системе менеджмента качества предприятия при освоении новой продукции в рамках мелкосерийного производства. При таком производстве любая ошибка на каком-либо этапе жизненного цикла изделия может принести существенные затраты. В этой связи мелкосерийному производству сложно конкурировать с крупными предприятиями, где конвейер работает без перебоев.

Особенностью мелкосерийного производства является его клиентоориентированность и работа по индивидуальным заказам, т. е. здесь нет серийного производства изделия, когда техпроцесс отрабатывается один раз и ставится на поток. В рамках мелкосерийного производства необходимо детально прорабатывать каждый заказ. Как следствие, часто возникают дефекты, причиной которых могут быть различные факторы: конструкторская ошибка, невнимательность мастера, сбой оборудования, неквалифицированный персонал, отсутствие системы менеджмента качества, отсутствие доступа персонала к рабочей информации и отсутствие своевременного взаимодействия между звеньями (отделы, участки) производства и т. д. PLM-системы в данной ситуации могут существенно повлиять на решение указанных проблем.

Однако PLM-системы – системы недешевые и сложные. Поэтому, прежде чем внедрить данные системы в мелкосерийное производство, необходимо:

1. Провести полный анализ всех систем управления и производства (система менеджмента качества), включая такие компоненты, как: аудит, контроль по этапам, контрольные точки и чек-листы, контроль первого образца, входной контроль сырья, аттестация поставщиков, управление действиями, управление презентациями, статистика и аналитика, анализ последствий, KPI по качеству, управление измерительными инструментами.

2. Выявить наиболее проблемные зоны и выяснить их причины.

3. Разработать статистическую модель управления качеством (на основе конструкторско-технологической сложности изделия и организационно – технического уровня предприятия).

4. Разработать алгоритм внедрения и функционирования автоматизированной системы/подсистемы.

Необходимо отметить, что для системы менеджмента качества на предприятии с мелкосерийным производством возможно внедрение не целой автоматизированной системы, а лишь конкретного модуля (подсистемы), который может быть интегрирован с уже имеющимися сис-

темами на предприятии. Это зависит от того, какие данные будут получены в ходе полного анализа всех систем и уровней производства.

Заключение

Industry 4.0 – это совокупность технологий: PLM, Big Data, Smart Factory, Cyber-physical systems, Internet of Things, Interoperability, позволяющих создать эффективную бизнес-модель предприятия. Высокая эффективность достигается главным образом за счет рационального управления систем автоматизации физических операций производства и сопутствующих процессов, интегрированных в единое информационное пространство [3].

Для предприятия, внедряющего и активно использующего PLM-системы, открываются новые горизонты и возможности. Автоматизация и «цифровизация» позволяют решить многие проблемы предприятия, вывести его на новый уровень работы, и, соответственно, повысить конкурентоспособность.

Список литературы

1. Четвертая промышленная революция. Популярно о главном технологическом тренде XXI века. – URL: http://www.tadviser.ru/index.php/Статья: Четвертая_ промышленная_революция_(Industry_Индустрия_4.0)

2. Автоматизированные системы управления производством в организационно-технической концепции «Индустрия 4.0». – URL: http://www. plm.pw/ 2017/02/PLM-in-Industry-4-0.html

3. 6 составляющих Industry 4.0/ – URL: http://www.plm.pw/2016/09/The-6-Factors-of-Industry-4.0.html

4. Системы управления жизненным циклом сложных объектов (PLM). – URL: https://constructor.ru/solutions/967/

5. Управление жизненным циклом изделия (концепция PLM). – URL: http://www.plm-ural.ru/resheniya/upravlenie-zhiznennym-ciklom-izdeliya-koncepciya-plm

6. PLM-концепция: простым языком о современных проблемах сопровождения жизненного цикла изделий. – URL: https://sb-vnedr.ru/ about/publication/16223/

А. В. Щенятский, доктор технических наук, профессор
Тел. 8 (912) 025-37-65, e-mail: bkkupol@istu.ru
А. А. Башарова, аспирант
Тел. 8 (905) 876-49-65, e-mail: phoenix-anya@mail.ru
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Влияние физико-химических методов обработки на макро- и микрогеометрию изделия из кварцевого стекла

В данной статье рассматриваются методы обработки стекла, в том числе и кварцевого. Исследования направлены на улучшение качества поверхности при физическом и химическом методах воздействия на изделие для обеспечения высокой точности обработки и качества поверхности без микротрещин и царапин. Обработка применялась к телам вращения. В качестве полирующего инструмента применялись полиуретаны с твердыми включениями. Исследованы параметры твердых включений и оценено их влияние на качество получаемой поверхности. Жесткость станка, оснастки значительно превышала жесткость обрабатываемой детали и полирующего инструмента, подпружиненного в осевом направлении. Получены результаты исследования для операций шлифования, полирования и травления образцов кварцевого стекла с разными режимами обработки. Проведена оценка влияния этих процессов на значение параметра шероховатости поверхности кварцевого стекла. Установлено, что существует ряд факторов, влияющих на качество поверхности стекла при обработке, такие как: геометрия и шероховатость поверхности перед обработкой; качество инструмента для полирования, механизм процесса травления; время и режимы при полировании, а также влияние полирующей суспензии. При обработке происходит изменение параметра шероховатости, зависящее от формирования макрогеометрии обрабатываемой поверхности в процессе полирования и травления, как следствие происходит разделение на условные границы зон обработки. Формирование макрогеометрии обусловлено схемой полирования, размерами и геометрией инструмента, а также точностью юстировки станка. Наглядно представлены результаты исследования, проанализированы полученные данные экспериментов по полированию и травлению, сделаны выводы по данной работе.

Ключевые слова: кварцевого стекло; шероховатость; шлифование; полирование; травление; полиуретаны.

Введение

В настоящее время изделия из кварцевого стекла широко применяются для различных технических объектов и измерительных систем

© Щенятский А. В., Башарова А. А., 2019

[1]. Для отработки геометрии изделий из хрупких материалов, в том числе из кварцевого стекла, проводится моделирование изделия с помощью метода конечных элементов [2]. Технологические способы достижения высокой точности [3–5] не всегда обеспечивают требуемую работоспособность изделия. В некоторых случаях для компенсации погрешностей изготовления сопрягаемых поверхностей применяют различные компаунды [6]. Особое место в технологии занимают способы сборки соединения с натягом [7]. Однако совершенствование технологии, включающее в себя как механическую, так и химическую виды обработки требует более подробного изучения.

Об инструментах и процессе полирования хрупких неметаллических материалов

Процесс обработки хрупких неметаллических материалов, в частности кварцевого стекла, заключается в нескольких этапах обработки механической: шлифование, полирование; химической – травление, снятие внутренних напряжений в стекле – отжига. Рассматривается процесс полирования кварцевого стекла, его особенности, а также влияние других процессов обработки. Процесс полирования является завершающим этапом механической обработки кварцевого стекла, предназначенный для создания гладкой, прозрачной и точной поверхности с шероховатостью не более сотых долей микрометра. Искажение формы обработанной поверхности, а также наличие на ней других дефектов недопустимо для деталей из кварцевого стекла, применяемых для точных приборов, используемых в навигации. На основании вышеизложенного можно сказать, что процесс механической обработки с заданными параметрами геометрии и качества обрабатываемой поверхности является актуальным для приборов, используемых в качестве систем навигации.

О механизме полирования твердых кристаллов, таких как кварцевое стекло известно мало [10–12]. Задача исследования заключается в разработке режимов полирования, учитывая особенности кварцевого стекла, обладающего изотропными свойствами, с одной стороны, и анизатропностью и спайностью кристаллов, с другой, что затрудняет механическую обработку полированием.

Для полирования деталей широко используются полиуретаны. В работе процесс полирования плоских образцов из кварцевого стекла марки КУ-1 осуществляется кругом из полиуретана твердостью по Шору 0,6±3 усл. ед. и кажущейся плотностью 0,8 ±0,03 г/см^3 (рис. 1).

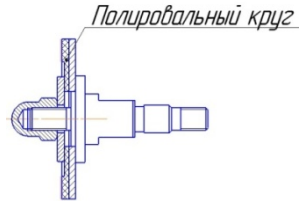


Рис. 1. Инструмент для полирования

Исследование макроструктуры полиуретана, используемого в качестве материала, приклеенного к оправке, показало, что в полиуретане есть минеральная составляющая (тонкоизмельченный кварцевый порошок) с частицами неправильной формы размером от 15 до 70 мкм (рис. 2), т. е. размеры абразива отличаются в некоторых случаях более чем в 4 раза, что может отрицательно сказаться на обеспечении качества обрабатываемой поверхности.

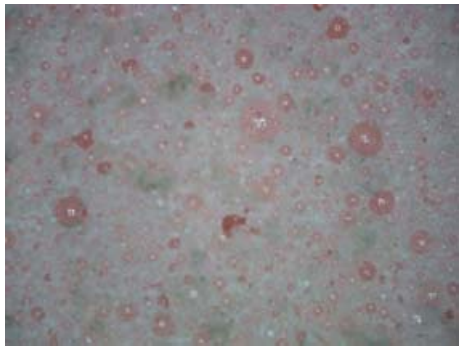


Рис. 2. Образец полиуретана

Анализ результатов обработки образцов из кварцевого стекла химико-механическим методом

Для исследования было изготовлено 3 образца размерами Ø20 мм и высотой h = 9 мм. Плоская поверхность образцов получена шлифованием алмазными кругами с зернистостью 125/100, 80/63, 40/28 на высоту 2 мм. После операции шлифования образцы подвергались травлению в растворе плавиковой кислоты 25%-й концентрации при температуре T = 57 ±3 °С в течение 11 минут. После каждой обработки у плоской поверхности образцов контролировался параметр шероховатости Ra – табл. 1. Измерения параметра шероховатости проводились

на приборе для измерения отклонения от круглости фирмы *Mahr*, точность измерения прибора 0,02 мкм.

Таблица 1. **Данные измерения шероховатости образцов после шлифовки и травления**

Шероховатость *Ra*, мкм	Образец № 1 шлифован зерном 125/100	Образец № 2 Шлифован зерном 80/63	Образец № 3 шлифован зерном 40/28
После шлифования	0,1148	0,0176	0,0108
После травления	0,4867	0,0541	0,0796

Как видно из табл. 1, шероховатость поверхности увеличивается после травления образца № 1 в 4,24 раза, образца № 2 – в 3,07 раза, образца № 3 – в 7,37 раза.

Первое полирование всех образцов проводилось при ниже приведенных условиях. Деталь устанавливается на высокоточный токарный станок, радиальное биение установленной детали не более 1 мкм, инструмент предварительно замочен в деионизованной воде в течение 5 минут. При полировании осуществлялась подача полировальной суспензии, средний размер частиц которой составляет 1–2 мкм, периодичность 1 раз в 60 секунд. Частота вращения инструмента 100 об/мин, частота вращения детали 100 об/мин, угловые скорости инструмента и детали имеют разные направления, время обработки 6 часов. Схема обработки представлена на рис. 3.

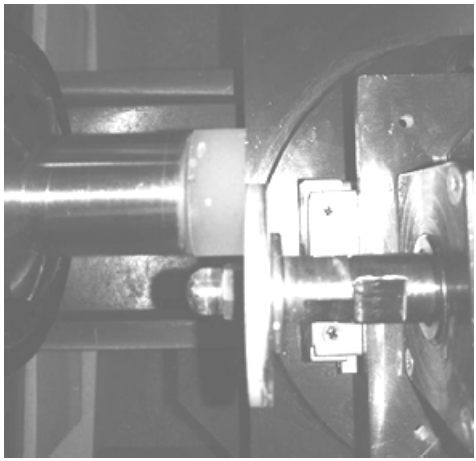


Рис. 3. Схема обработки

Контроль деталей, после операции полирования показал, что снятие материала на образцах прошло неравномерно. Дальнейшие замеры шероховатости учитывали неплоскостность образцов. На рис. 4 показана схема замеров шероховатости на образцах № 1, № 2, № 3.

Рис. 4. Схема замеров шероховатости

Замеры проводились в зоне отрезков *AB* и *CD*, не имеющих четкой границы. Длина каждого замера на отрезках составила 1,75 мм. Далее образцы № 1, № 2, № 3 были протравлены в растворе плавиковой кислоты в течение 2 мин. Данные по измерению шероховатости образцов после полировки № 1 и травления в течение 2 минут представлены в табл. 2.

Таблица 2. **Данные измерения шероховатости образцов после первого полирования и травления в течение 2 минут**

Шероховатость *Ra*, мкм	Образец № 1 шлифован зерном 125/100		Образец № 2 шлифован зерном 80/63		Образец № 3 шлифован зерном 40/28	
	AB	*CD*	*AB*	*CD*	*AB*	*CD*
После полирования № 1	0,1508	2,6794	0,0072	0,03025	0,0016	0,0023
После травления 2 мин	0,0072	2,4108	0,0058	0,0187	0,0015	0,0018

По полученным результатам выявлено, что в зоне отрезка *AB* на всех образцах после полирования шероховатость меньше, чем в зоне отрезка *CD* для образца: № 1 в 17,8 раз, № 2 – в 4,2 раза, № 3 – в 1,4 раза. Уменьшение значения параметра шероховатости после травления в зоне отрезка *AB* составило для образца: № 1 – в 20,9 раз, № 2 – в 2,6 раза, № 3 – в 1,07 раз; в зоне отрезка *CD* для образца: № 1 – в 1,1 раза, № 2 – в 1,6 раза, № 3 – в 1,3 раза. Таким образом, выяснено, что травление в течение 2 минут для данных образцов с заданными характеристиками ведет к уменьшению значения параметра шероховатости и сглаживанию поверхности.

Второе полирование проводилось при тех же условиях, что и первое: частота вращения детали 200 об/мин, частота вращения инструмента 100 об/мин, время обработки 3 часа. Было проведено травление

в растворе плавиковой кислоты в течение 4 минут. Данные по измерению шероховатости образцов после второго полирования и травления в течении 4 минут отображены в табл. 3.

Таблица 3. **Данные измерения шероховатости образцов после второго полирования и травления в течении 4 минут**

Шероховатость *Ra*, мкм	Образец № 1 шлифован зерном 125/100		Образец № 2 шлифован зерном 80/63		Образец № 3 шлифован зерном 40/28	
	AB	*CD*	*AB*	*CD*	*AB*	*CD*
После полирования № 2	0,0101	2,163	0,0011	0,0049	0,0008	0,0036
После травления 4 мин	0,0018	0,6069	0,0143	0,0167	0,0105	0,0128

По данным, приведенным в табл. 3, можно сделать вывод о том, что значение параметра шероховатости после травления в течение 4 минут для образца № 1 в зоне отрезка *AB* уменьшилось в 5,6 раза, а в зоне отрезка *CD* уменьшилось в 3,6 раза. Противоположные зависимости можно увидеть для образцов № 2 и № 3. Значения параметров шероховатости после травления для образца: № 2 в зоне отрезка *AB* увеличились в 13 раз, в зоне отрезка *CD* – в 3,4 раза; № 3 в зоне отрезка *AB* увеличилось в 13,1 раза, в зоне отрезка *CD* – в 3,5 раза.

Третье полирование проводилось способом, представленным ранее. Частота вращения детали 400 об/мин, частота вращения инструмента 100 об/мин, время обработки 6 часов. Данные по результатам полирования представлены в табл. 4.

Таблица 4. **Данные измерения шероховатости образцов после третьего полирования**

Шероховатость *Ra*, мкм	Образец № 1 шлифован зерном 125/100		Образец № 2 шлифован зерном 80/63		Образец № 3 шлифован зерном 40/28	
	AB	*CD*	*AB*	*CD*	*AB*	*CD*
После полирования № 3	0,0025	0,0037	0,0021	0,0019	0,0013	0,0012

По результатам замера шероховатости на образцах № 1, № 2, № 3 можно сделать вывод о том, что поверхность образцов в зоне отрезка *AB* и *CD* выровнялась после третьего полирования, и изменение величины параметра шероховатости стало находиться в пределах от 0,0012 мкм до 0,0037 мкм.

На рис. 5–10 представлены графики изменения параметра шероховатости на образцах № 1, № 2, № 3 согласно схеме замеров.

Рис. 5. Изменение параметра шероховатости образца № 1 в зоне отрезка *AB*

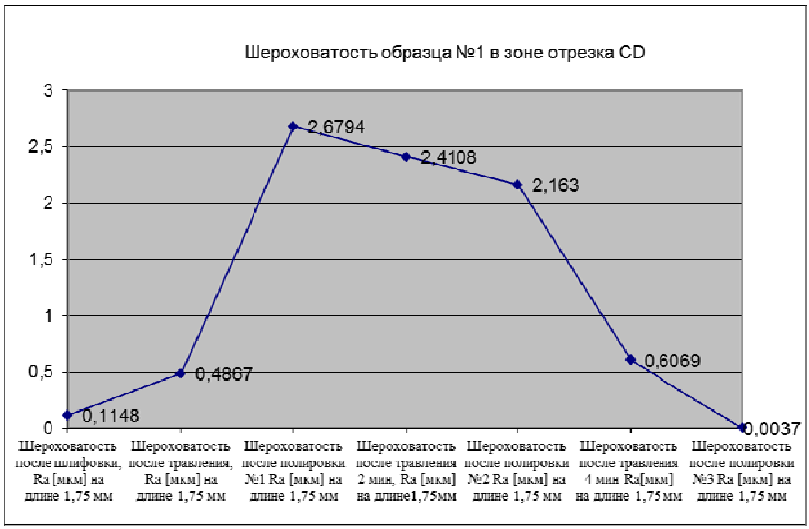


Рис. 6. Изменение параметра шероховатости образца № 1 в зоне отрезка *CD*

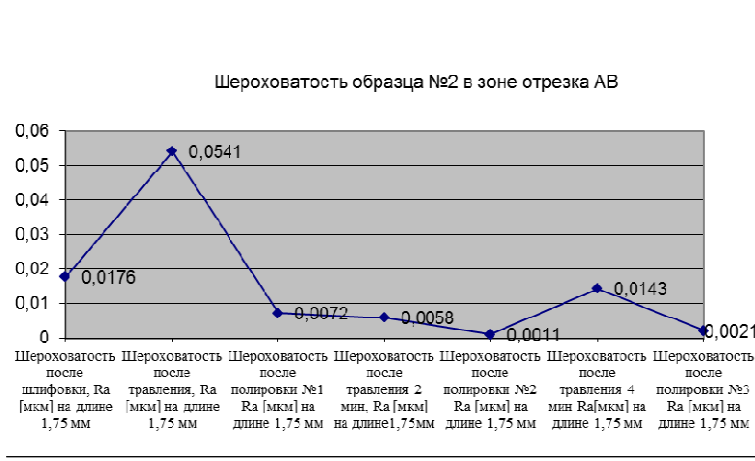


Рис. 7. Изменение параметра шероховатости образца № 2 в зоне отрезка *AB*

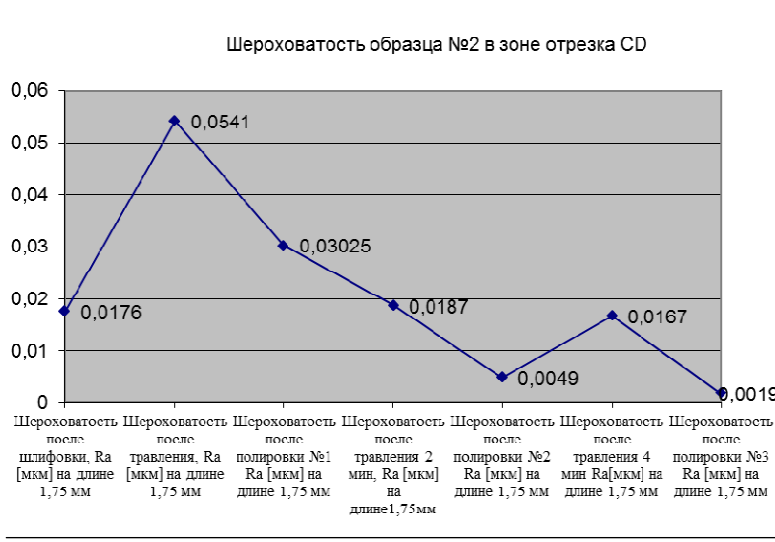


Рис. 8. Изменение параметра шероховатости образца № 2 в зоне отрезка *CD*

Рис. 9. Изменение параметра шероховатости образца № 3 в зоне отрезка *AB*

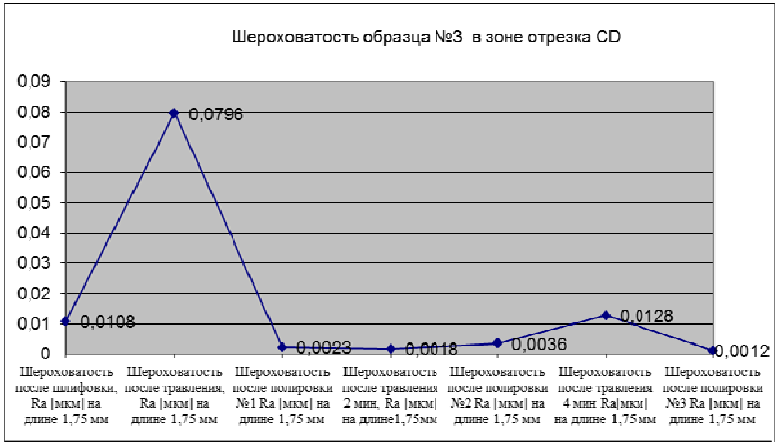


Рис. 10. Изменение параметра шероховатости образца № 3 в зоне отрезка *CD*

Заключение

По полученным зависимостям параметра шероховатости образцов № 1, № 2, № 3 от технологических факторов можно сделать вывод о том, что качество поверхности кварцевого стекла при обработке зависит:

– от геометрии и шероховатости поверхности перед обработкой;

– инструмента для полирования и его качества, точности юстировки станка, а также используемого материала в качестве абразива;

– механизма процесса травления;

– времени и режимов полирования.

Проведенные в работе эксперименты показали, что для достижения необходимого показателя параметра шероховатости и повышения эффективности технологического процесса необходимо дальнейшее изучение влияния основных факторов, влияющих на качество поверхности кварцевого стекла, определение оптимальных режимов обработки, сочетания жесткостей обрабатываемой детали и обрабатывающего инструмента, исследование влияния СОТС и производительности ее подачи в зону обработки.

Список литературы

1. *Котельников, М. А*. Анализ стержневого чувствительного элемента твердотельного волнового гироскопа / М. А. Котельников, А. В. Щенятский // Интеллектуальные системы в производстве. – 2016. – № 1. – С. 189–195.

2. Постановка задачи математического моделирования стержневого чувствительного элемента твердотельного волнового гироскопа / М. А. Котельников [и др.] // Интеллектуальные системы в производстве. – 2016. – № 1. – С. 12–14.

3. *Альтах, О. Л.* Шлифование и полирование стекла и стеклоизделий : учеб. для СПТУ / О. Л. Альтах, П. Д. Саркисов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1988. – 231 с.; ил.

4. Технология оптических деталей / В. Г. Зубаков [и др.]. – М. : Машиностроение, 1985. – С. 187.

5. Справочник технолога-оптика / М. А. Окатов [и др.] ; под ред. М. А. Окатова. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Политехника, 2004. – 679 с.; ил.

6. *Усынин, В. А*. Многослойные прессовые соединения с прослойкой из компаунда // Интеллектуальные системы в производстве. – 2016. – № 2. – С. 55–58.

7. Теория и технология гидропрессовых соединений : моногр. / А. В. Щенятский. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2012. – 496 с.

8. *Селетков, С. Г*. Объект, субъект предмет научно-квалификационной работы / С. Г. Селетков, С. С. Иванова // Вестник ИжГТУ. – 2014. – № 1. – С. 175–178.

9. *Селетков, С. Г*. Методы диссертационного исследования // Вестник ИжГТУ. – 2014. – № 4.– С. 201–205.

10. *Орлов, П. Н*. Процессы доводки прецизионных деталей пастами и суспензиями / П. Н. Орлов, Ю. И. Нестеров, В. А. Полухин. – М. : Машиностроение, 1975. – 56 с.; ил.

11. Механическая обработка деталей из керамики и ситаллов / В. А. Хрульков. – Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1975. – С. 352.

12. *Ящерицын, П. И.* Тонкие доводочные процессы обработки деталей машин и приборов / П. И. Ящерицын, А. Г. Зайцев, А. И. Барботько. – Минск : Наука и техника. – 1976. – 328 с.

С. А. Шиляев, доктор технических наук, профессор
профессор кафедры «Автомобили и металлообрабатывающее оборудование»
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 4331, e-mail: shiljaev@mail.ru
В. И. Костяев, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Автомобили и металлообрабатывающее оборудование»
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 4331, e-mail: kostyaev_vi@mail.ru
А. О. Лукин, студент
Тел. 8 (922) 689-08-29, e-mail:artyom.lukin98@gmail.com
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Аналитическое определение кинематического условия работы технологической пары «инструмент – деталь» при винтовом мгновенном относительном движении

В данной статье рассматриваются вопросы кинематического взаимодействия накатного инструмента с деформирующими элементами в форме шариков с целью получения регулярного рельефа сферических лунок на цилиндрических деталях теплообменной аппаратуры.

Ключевые слова: формообразование; инструмент; пластическая деформация; кинематическая схема; станочная пара; круговая диаграмма.

Все инструменты исходя из своего служебного назначения выполняют две функции: снятие припуска и формообразование. Первая функция инструмента реализуется заборной частью, а вторая – калибрующей. Для инструмента, работающего по методу пластической деформации, происходит не снятие припуска, а перераспределение материала в объеме детали.

Накатной инструмент с деформирующими сферическими элементами предназначен для получения трехмерного рельефа лунок на цилиндрических поверхностях теплообмена методом пластической деформации в условиях отсутствия жесткой кинематической связи между инструментом и заготовкой. Как и многие виды сложных обкаточных инструментов, данный инструмент не имеет ярко выраженных в конструктивной форме заборной и калибрующей частей. Они определяются кинематическим путем в зависимости от нахождения деформирующего элемента в технологическом пространстве, где происходит взаимодействие инструмента и заготовки. Граничной зоной, разделяющей эти две части, является полюсная ось $П_O$. В соответствии с этим разделим период взаимодействия деформирующего элемента

© Шиляев С. А., Костяев В. И., Лукин А. О., 2019

инструмента с деформируемой поверхностью детали на две фазы (рис. 1): дополюсную и заполюсную. При дополюсной фазе взаимодействия происходит предварительное перераспределение металла в объеме заготовки за счет выполнения шариком заборной функции инструмента. При заполюсной фазе взаимодействия производящая и произведенная поверхности отходят друг от друга.

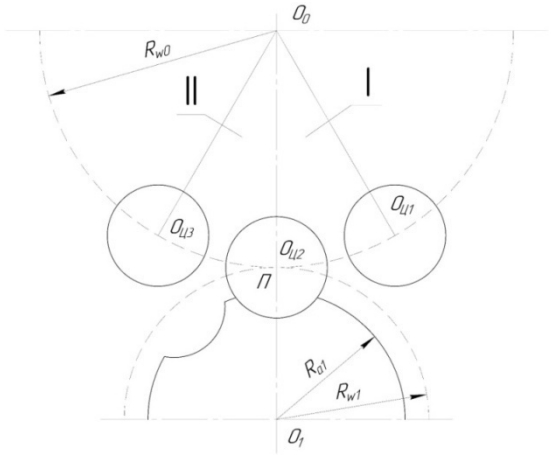


Рис. 1. Периоды взаимодействия деформирующего элемента инструмента с деформируемой поверхностью детали: I – область дополюсного взаимодействия; II – область заполюсного взаимодействия; П – полюс профилирования

Следовательно, при заданных выше условиях калибрующая функция инструмента реализуется в мгновение, соответствующее моменту попадания центра производящей сферы на полюсную ось профилирования.

В общем случае (при $\sum \neq 0$) при всех фазах взаимодействия, как это следует из серии предварительно проведенных экспериментов, присутствует скольжение контактирующих поверхностей инструмента и детали, ведущее к искажению получаемого рельефа. Поэтому величину этого скольжения необходимо кинематическим путем свести к минимальному значению с тем, чтобы обеспечить получение правильной сферической поверхности лунки без снижения производительности кинематической схемы обработки на скрещивающихся осях.

Как уже было показано выше, параметры установки рассматриваемой технологической пары при $\sum \neq 0$ надо назначать таким образом, чтобы производящий элемент переносил свою поверхность на поверхность заготовки без искажений при сохранении винтового мгновенно-

го относительного движения. Поэтому расстояние «*b*» от центра до оси $\Phi_{отн}$ должно определяться следующим соотношением (рис. 2):

$$r_{a1} - h_{л} < b < r_{a1}, \tag{1}$$

где r_{a1} – наружный радиус детали; $h_{л}$ – глубина лунки.

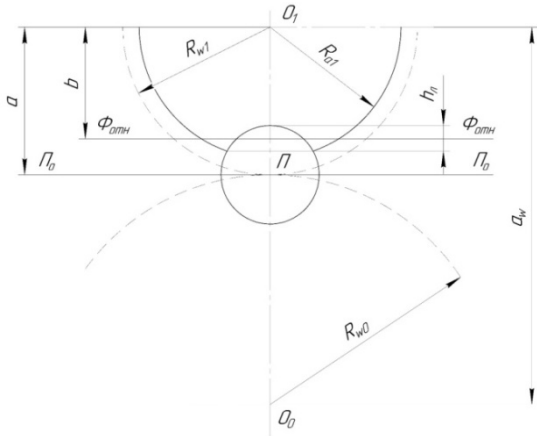


Рис. 2. Формообразование детали с заданным числом лунок по окружности

Условием правильного формообразования детали с заданным числом лунок по окружности является равенство нормальных шагов на начальных поверхностях инструмента и детали:

$$p_{n0} = \frac{2\pi \cdot r_{W1}}{z_1}\cos\beta_1 = \frac{2\pi \cdot r_{W0}}{z_0}\cos\beta_0 = p_{n1}, \tag{2}$$

где β_0 – угол наклона винтовой линии расположения центров деформирующих элементов на инструменте; β_1 – угол наклона винтовой линии расположения центров лунок на детали; r_{W0} – радиус начального цилиндра, равный радиусу цилиндра расположения центров деформирующих элементов на инструменте; r_{W1} – радиус начальной окружности, равный радиусу цилиндра расположения центров лунок на детали; z_1 – число лунок детали по ее окружности; z_0 – число заходов инструмента.

Число заходов z_0 влияет на передаточное число $u = \frac{z_1}{z_0}$ технологической пары «инструмент – деталь», а поэтому определяет собой по-

ложение оси относительного винтового движения инструмента и детали. Соответствующим подбором числа заходов z_0 (назначением передаточного числа) и r_{W0} ось относительного движения можно расположить в зоне, близкой к области непосредственного взаимодействия производящего элемента инструмента с обрабатываемой поверхностью детали. Положение оси $\Phi_{отн}$ определяется на основе известной из аппарата круговой диаграммы [1] методики сложения двух вращательных движений вокруг скрещивающихся под углом $\sum$ осей. В связи с этим выбор числа заходов z_0 производится методом последовательных приближений до выполнения неравенства (1).

Синтез станочных пар, при работе которых удовлетворяется условие (1), требует итерационного подхода к построению круговой диаграммы при графическом способе решения задачи. Это ведет к дополнительным затратам времени. В связи с этим для снижения трудоемкости, а также для использования программных средств при проектировании данного вида инструмента возникает необходимость в разработке аналитических методов решения задачи по определению кинематических условий работы исследуемой технологической пары.

Рассмотрим круговую диаграмму (рис. 3), на которой показано относительное расположение осей вращения O_0A, O_1A и результирующего винта $O_{отн}A$. На ней в определенном масштабе: $a = \left|\overline{\omega_1}\right|$, $b = \left|\overline{\omega_0}\right|$, $c = \left|\overline{\omega_\sum}\right|$.

Необходимо определить расстояние $K'O_1 = b$ от оси детали O_1 до оси относительного движения $O_{отн}$.

Из треугольника угловых скоростей AA_1A_0 находим угол α:

$$\sin\alpha = \frac{\omega_0}{\omega_\sum}\sin\varphi . \qquad (3)$$

Значения ω_0 и ω_1 связаны передаточным числом.

Модуль вектора угловой скорости относительного движения:

$$\omega_\sum = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_0^2 + 2\cdot\omega_1\cdot\omega_0\cdot\cos\sum} . \qquad (4)$$

Кроме этого, $\varphi = 180° - \sum$.

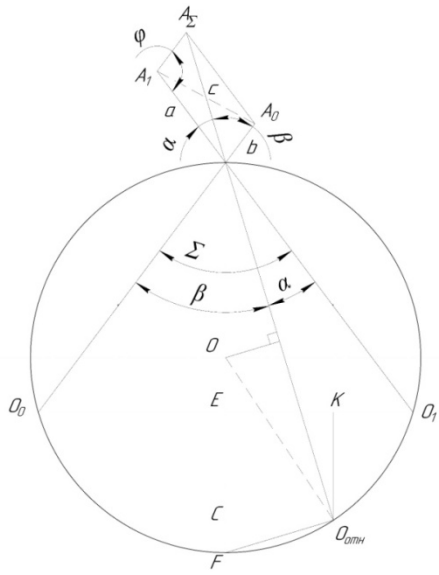


Рис. 3. Круговая диаграмма относительного расположения осей вращения и результирующего винта

Таким образом, используя зависимости (3) и (4), получим:

$$\sin\alpha = \frac{\omega_0}{\omega_\Sigma}\cdot\sin\Sigma = \frac{z_1}{z_0}\frac{\sin\Sigma}{\sqrt{1+\left(\frac{z_1}{z_0}\right)^2+\frac{2\cdot z_1}{z_0}*\cos\Sigma}} \qquad (5)$$

В результате решения получаем расстояние от оси детали до оси относительного движения: $b = E'O_1 - CO'_{\text{отн}} = \frac{a_w}{2}\left(1-\frac{\sin(\Sigma-2\alpha)}{s\text{in}\Sigma}\right)$.

Установка инструмента под углом скрещивания при выполнении равенства (1) обеспечивает выполнение сформулированных выше условий формообразования рельефной поверхности. Это объясняется следующим: при выборе угла скрещивания осей инструмента и заготовки согласно принятым условиям, полюс профилирования располагается как на цилиндре расположения центров сферических лунок детали, так и на цилиндре расположения центров производящих сфер инструмента. Это и обеспечивает практическое формование поверхно-

сти лунок по методу копирования, т. к. за производящий элемент принят сферический шарик определенного радиуса.

На основе представленной здесь методики была разработана программа расчета положения полюсной оси профилирования [2]. Методика позволяет рассчитывать параметры установки инструмента относительно заготовки с учетом получения на поверхности последней максимально плотной упаковки лунок. Это достигается за счет соответствующего назначения осевого и окружного шагов расположения лунок. На основе разработанной программы поставлен численный эксперимент. Проведенные расчеты [3, 4] для труб используемой в котлоагрегатах номенклатуры при получении наиболее плотной упаковки лунок на ее поверхности показали, что область значений углов скрещивания между инструментом и заготовкой находится в диапазоне от 50 до 60 градусов (рис. 4). При этом передаточное отношение технологической пары изменяется от $\frac{12}{17}$ до $\frac{32}{50}$.

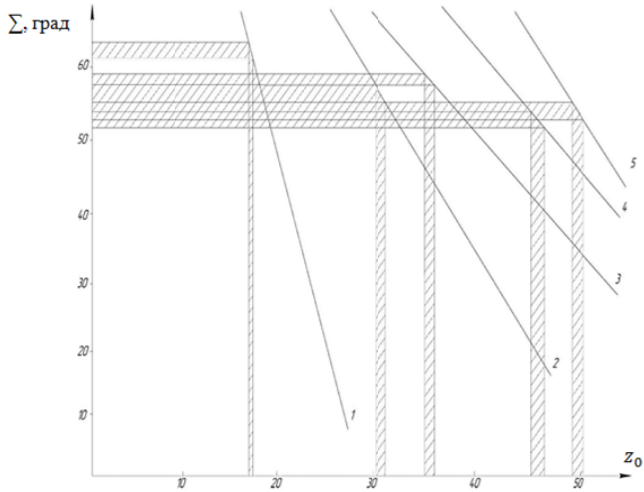


Рис. 4. Результаты численного эксперимента: *1* – $z_1 = 12$; $r_{W0} = 17$; *2* – $z_1 = 21$; $r_{W0} = 27$; *3* – $z_1 = 24$; $r_{W0} = 32$; *4* – $z_1 = 30$; *5* – $z_1 = 32$; $r_{W0} = 42$; косая шриховка – область рационального использования

Реализация найденных соотношений требует синтеза станочных пар с жесткой кинематической связью между ее элементами (u = const). Это

обусловливает необходимость создания специальных приводов к инструменту, что в свою очередь усложняет кинематическую схему обрабатывающего оборудования и его конструкцию.

С тем, чтобы значительно упростить кинематические связи, налагаемые на исследуемую пару, необходимо рассмотреть вопросы формообразования цилиндрических поверхностей в условиях отсутствия жесткой кинематической связи между инструментом и деталью (u = var).

Список литературы

1. *Николаев, А. Ф.* Диаграмма винта и ее применение к определению сопряженных линейчатых поверхностей // Труды семинара по теории механизмов и машин. – М. : АН СССР, 1950. – № 37. С. 52–106.

2. *Костяев, В. И.* Теория винтовых комплексов как методическое средство при проектировании сложных инструментов // Интеллектуальные системы в производстве. – 2009. – № 1 (13). – С. 154–157.

3. *Пермякова, Т. В.* Кинетостатическое формообразование конвективных поверхностей теплообмена / Т. В. Пермякова, В. И. Костяев, С. А. Шиляев // Металлообрабатывающие комплексы и робототехнические системы – перспективные направления научно-исследовательской деятельности молодых ученых и специалистов : сб. науч. тр. междунар. науч.-техн. конф. (19 июня 2015 г.) / А. Н. Гречухин (отв. ред.). – Курск : Юго-Запад. гос. ун-т, 2015. – С. 143–146.

4. *Shilyaev, S. A.* Thermal Processes In Rotational Tape Grinding Of Coiled Wire // Russian Engineering Research. – 2009. – Т. 29. № 9. – С. 948–950.

E. I. Ahmetgaraeva, Master's Degree Student
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
Tel. 8 (982) 823-06-63, e-mail: ilvirka96@mail.ru

Methods of Billing Metal Surfaces

The article is devoted to the basic methods of invoicing metal surfaces. The features, advantages and disadvantages of each method are considered.

Keywords: texture; methods of billing; textured surface; metal processing; artistic processing.

Texture is an aesthetic property of the surface of an object, which characterizes the appearance and the relative position of its irregularities, perceived tactilely and visually [1].

Invoice has an important role in art and industrial products and performs a number of functions. First, the texture emphasizes the design features and

© Ahmetgaraeva E. I., 2019

acts as a shaping element. Secondly, the texture reflects the process and the result of processing. Thirdly, the textured surface is one of the ergonomic indicators in the products. Also, the texture significantly affects the aesthetic properties. Depending on the method of processing, the material used, the characteristics of the object, its purpose, the texture can vary widely.

Metals are an indispensable material in construction, architecture, industry, as well as in design. The main materials for the manufacture of art products are non-ferrous metals and their alloys, as well as precious metals and alloys based on them. Aesthetic characteristics of metals and alloys are very diverse and original. And they can also be regulated within wide limits, this is due to the fact that during operation or after mechanical or heat treatment, metals can change their physicochemical properties. The texture of the metal surface can be embossed, rough, smooth, matte or shiny. There are many technologies for creating decorative texture on metal.

The most widely used methods for invoicing metal surfaces are chasing, rolling of corrugations, vibro-rolling, sandblasting, polishing, grinding, etching. Each technology has certain advantages and disadvantages. Consider billing methods in detail. Embossing is one of the oldest methods of metal processing used in the manufacture of a huge variety of products. The range of possibilities of this type of processing is very wide: from rough finish of the background (stuffing of the texture) to study of the finest details [2].

The essence of the minting consists in the processing of the metal with a special rod – a stamp. By gradually moving the stamp and each time striking it with a hammer, the material is given the desired shape. For a successful minting process it is necessary that the material being processed has a certain plasticity, the ability to change shape under the action of force.

There is a huge number of checks, differing in the shape of the working part and size. Spherical heads are used to obtain a patchy texture. Figured embossing give different prints (lattices, banding, grooving, streak). They are used to reproduce the relevant textures, processing backgrounds, etc. Sharply sharpened chisels, which, like chisels with a flat and semicircular blade, are used to cut through the background when working out of a sheet. A large decorative effect is achieved by creating various textures on chased surfaces using various combinations of smooth, forged, rough relief elements, even with a slight difference in the height of these elements. The use of patterned embossing additionally enriches the embossing.

Rolling ribbed – cold plastic deformation of the surface of a rotating part. As a result of the knurling, the relief of the roller is imprinted on the details. Rollers for rolling perform with various types of corrugations.

The main advantages of knurling are high hardness and wear resistance caused by metal hardening. The disadvantages of knurling include the high

cost of fixtures. In addition, when using rollers, it is necessary to correctly take into account processing modes and accurately calculate the geometrical parameters of the working tool and part.

A variation of knurling can be considered vibro-rolling [3] – the process of machining flat, cylindrical, spherical and curvilinear surfaces of parts with a ball or diamond indenter in the presence of an additional oscillating movement, creating a system of relief grooves on the surface of a product. Vibration rolling is performed on turning, milling and planing machines with the use of special tools.

The finishing treatment of metal coatings include grinding and polishing. Polishing reduces surface roughness. This way they get a mirror shine on the decorative elements. Use polishing pastes or abrasive grains mixed with a lubricant. These materials are applied to rapidly rotating elastic circles (felt) or oscillating brushes. Polishing each metal has its own characteristics in the choice of modes and pastes.

When grinding, the top layer of metal is removed, agnails, irregularities, scale are removed, the product is brought to the required shape and size. Grinding is a coarser treatment compared to polishing. There are many types of grinding.

One of the types of grinding is grit or pearl textured grinding, which is a pattern in the form of concentric circles located next to each other or overlapping each other. Used on watch dials, souvenirs. It is applied, usually manually on a special machine for granulation. A rotating wooden or rubber pin with a diameter of 1 to 3 mm with an applied abrasive powder is lowered onto the surface of the part, leaving a series of concentric circles. At the next contact, the part is shifted and a new pattern is applied. The procedure is repeated over the entire given surface of the part.

The main complexity of the technology is to maintain a constant step between the centers of the circles and the same depth of the pattern.

Spiral textured grinding is a spiral pattern, obtained in a special way on the emery wheel.

Solar textured polishing is a type of decoration in the form of lines diverging to the outer edge of the part and having a common intersection point at its center. For its formation, an emery wheel of a special funnel shape is also used.

Satin-up (directional grinding) is a metal surface treatment technique by applying large uniform scratches strictly in one direction.

Sandblasting is used to obtain matte surfaces. It is produced in sandblasting chambers and consists in treating the surface of products with dry sand, which is supplied under pressure through a rubber hose with the help

of compressed air. Depending on the size of the sand grains, a different texture is obtained – from soft velvety to coarse-grained.

Etching – technology controlled removal of the surface layer of the material from the workpiece under the action of chemical reagents. By deep etching, you can perform various flat-relief images and ornaments.

Art etching is chemical and galvanic. The electroplating method is more efficient and less harmful, since the electrolyte solution does not emit toxic gases. The process of chemical etching is simple, but the artistic design is much more difficult, since it requires careful, painstaking work to create a composition of the drawing and its accurate transfer to the prepared product.

With the help of milling on the CNC machine on the metal surface, you can get a decorative texture that is formed due to the rotation of the cutter, its profile, the relative movement of the cutter and the product. Material processing on CNC machines provides high accuracy and performance, reduces reject rates, and produces complex shapes in large quantities.

The considered technologies of invoicing metal surfaces are mostly inefficient and require special devices, or have a limited variety of textures.

Despite the huge number of textures, improving the design, improving the competitiveness of products manufacturers always demand new technologies to create new types of textures. While providing high performance using modern automatic equipment.

References

1. Design. Materials Technologies: encyclopedic dictionary. – Tomsk : Tomsk Polytechnic University, 2011. – 320 p. – URL: http://www.iprbookshop.ru/34664.html

2. Technology of artistic processing of materials : textbook / V. N. Barsukov [et al.]. – SPb. : St. Petersburg Mining University, 2017. – 513 p. – URL: http://www.iprbookshop.ru/78139.html

3. Directory technologist-mechanical engineer : in 2-x tons. T 2 / Ed. A. M. Dalsky, A. G. Suslova, A. G. Kosilova, R. K. Meshcheryakova. – 5th ed., Ispravl. – M. : Mashinostroenie-1, 2003. – 944 s.

E. I. Ahmetgaraeva, Master's Degree Student
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
Tel. 8 (982) 823-06-63, e-mail: ilvirka96@mail.ru

Metals for the Manufacture of Artistic Products with Engraved Surfaces on CNC Machines

This article discusses the metals and alloys used for engraving. The parameters of metals that provide high performance during engraving.

Keywords: mechanical engraving; milling; non-ferrous metals and alloys; machinability.

Manufacturers of artistic and industrial products always demand new types of textures and high-performance technologies for their design. One of the most common ways of processing products is milling on CNC machines. However, for the decoration of decorative textures on metal surfaces, milling is not used, and the intersection of spherical cutting surfaces can give a new aesthetic effect by creating an original pattern.

The effect obtained by milling can be used in various artistic and industrial products. Milling on metal allows you to give the product an individual look and uniqueness. The latest equipment and technological process allow you to create interesting products. And the work in the automatic mode allows you to significantly save time.

CNC milling is used to decorate surfaces with images and commemorative inscriptions. The main field of application of mechanical processing is: the production of advertising materials, the production of stamps, dies, furniture production, as well as engraving on souvenirs, award boards, decorations, details of status cars, etc. Today, mechanical engraving is increasingly being used to apply logos and texts (fig. 1).

If earlier the engraving was done exclusively by hand, today there is specialized equipment that allows you to make any pattern, drawing or inscription in a mechanized way. Engraving technology is constantly being improved. When comparing manual and mechanical methods of engraving (table 1), we can note the high labor intensity and uniqueness of the image obtained by manual technicians, and the high performance of mechanical methods.

© Ahmetgaraeva E. I., 2019

a

b

Fig. 1. Examples of products with engraving: *a* – Schilds; *b* – Suspension

Thus, it is possible to separate the areas of application of the methods, the first for artistic and artistic-industrial products, the second for industrial applications.

Table 1. **Comparative characteristics of engraving methods**

Parameter	Manual method	Mechanical method
Tool/Equipment	Special tool – shtihel	Milling, engraving machine
Surface view	Difficult	Only on a flat surface
Cost of	High	Low
Labor intensity	The complexity of the process	High performance
Uniqueness	The uniqueness of the picture	High accuracy
Master's Qualification	High	Average

Metals used for engraving are divided into two groups: ferrous and non-ferrous [1]. Ferrous metals are mainly used as a structural material, and non-ferrous metals are used for artistic and industrial products, in particular, and for engraving, differing in their better processability compared to steel.

The most widely used metals and alloys have different physical and chemical properties. Metals differ among themselves in strength, hardness, type of chips, thermal conductivity, tendency to bend and other parameters. The most important for improving the performance of machining are the chemical composition, hardness, type of chips, the coefficient of workability (table 2).

Table 2. **Parameters of alloys of non-ferrous metals**

	Metal name	Composition [2]	Hardness [2]	Machinability [3]	Kind of chips [4]
Colored	Brass LS-59	Cu 57–60; Pb 0,8–1,9; Fe 0,5; Sn 0,3	100	1	Chipping
	Bronze BROCS	Cu 85–90,5; Pb 3,5–4,5 Fe 0,05; Sn 3–5 Zn 3–5	65–70	1,1	Chipping
	Aluminum D16	Al-90,9–94,7 Cu 3,8–4,9 Mg 1,2–1,8 Mn 0,3–0,9 Zn 0,25	105	1	Chipping
Noble	Gold 585	Au-58,5 Pd–16 Ag-25,5	20	–	–
	Silver 925	Ag-92,5 Cu-7,5	25	–	–

The chemical composition affects the mechanical, physical and technological properties of metals and alloys.

The hardness of the material is the resistance to fracture when a more solid material is embedded in the outer layer. The hardness of metals determines the wear resistance of the metal; the possibility of machining, grinding; resistance to pressure; the ability to cut other material and other.

When milling occurs intermittent cutting, so in the process of milling turns out chips shorter than when turning. When milling viscous metals with a large feed and depth of cut, as well as not enough viscous metals of medium hardness, splitting chips are formed. In the case of milling brittle and

hard metals, chip breaks are obtained. Milling of viscous metals with small feeds with a small depth of cut at high speed (finishing) and milling of hard steels at high-speed cutting conditions gives drain chips.

The surface of the part after milling is obtained more cleanly in the case of the formation of splitting chips and drainage chips than in the case of the formation of breakage chips.

The machinability of materials by cutting is the ability of materials to resist machining.

For comparison, the machinability of different materials often use the coefficient of workability, which is understood as the ratio [5]:

$$K_{\text{об}} = \frac{V_{60}^{\text{А}}}{V_{60}^{\text{Б}}},$$

where VA60 is the cutting speed at T = 60 min, which characterizes the workability of the material under study A; VB60 – cutting speed at T = 60 min, characterizing the workability of the reference material B.

LS59-1 well processed by cutting. Due to the presence of lead in the alloy, automatic alloys are easier to machine cut and give even shavings. By adding lead BroCS5-5-5, the cutting quality is improved.

It is impossible to envisage literally all the nuances of milling. Billts to be processed, differ in structure, size and shape; cutting tools – their geometry, design, etc.

Improved machinability is achieved by using tools made of hard alloys and superhard materials, selection and use of cutting fluids, optimization of cutting conditions, etc.

References

1. Materials Science: studies. for stud. universities / V.S. Kushner [et al.] ; by ed. V.S. Kushner. – Omsk : Omsk State Technical University Publishing House, 2008. – 232 p.

2. Grade guide of the metals and alloys – URL: http://www.splav-kharkov.com/main.php

3.Coefficient workability non-ferrous metals. – URL: http://mash-xxl.info/page/047079143187168228039243203092152114036225173066/

4. The process of the chip formation during milling. – URL: http://dlja-mashinostroitelja.info/2010/07/process_obrazovaniya_strujki_pri_frezerovanii/

5. Determination of workability by cutting structural engineering materials on the basis of energy patterns of chip formation. – URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=13311

M. A. Al Akkad, PhD, Associate Professor
E-mail: aimanakkad@yandex.ru
Moheb Rami Attia
Yousef Al-Ayashi
E-mail: everest030@outlook.com
Mechatronics Department
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Design and Simulation of an 8-Bit RISC Microprocessor

This article discusses the steps of building a simple 8-bit RISC microprocessor. This was done systematically using Logisim application. This processor is capable of making logical and arithmetical calculations, and it consists of an Arithmetic Logic Unit, a memory, an input circuit, and a control unit. All combined together and operated under restricted conditions to give only the expected values with no error. The aim of this design is to help university students to understand microprocessor architecture and embedded systems, and use their knowledge in their future career. In addition, give students a glimpse of all the levels of computer organization from the digital logic layer up to the assembly language layer.

Keywords: RISC; microprocessor design; computer architecture; CISC; embedded systems.

Introduction

A microprocessor, is an integrated circuit that incorporates the functions of a central processing unit, it has two types: Complex Instruction Set Computer (CISC), in which single instructions can execute several low-level operations (such as a load from memory, an arithmetic operation, and a memory store) or are capable of multi-step operations or addressing modes within single instructions. The second one is Reduced Instruction Set Computing (RISC), only load and store instructions can access memory. RISC systems shorten execution time by reducing the clock. RISC technology is used in processors like Atmel AVR, PIC, and ARM.

The suggested RISC processor require input device like a keyboard, registers to save values of various operands, an ALU to make calculations and give the resultant values using special opcode, multiplexers and demultiplexers, and a circuit with an algorithm to save the output on a random access memory (RAM), whose output is shown on a seven segment display. Students can using a simulator test their ideas while avoiding a lot of problems accompanying the work with hardware and let them focus on understanding basic computer organization and architecture concepts. When stu-

© Al Akkad M. A., Attia Moheb Rami, Al-Ayashi Yousef, 2019

dents master the design using Logisim they can later use Quartus or ISE software to realize it in FPGA and make real system products.

Arithmetic Logic Unit (ALU) Circuit

It is a combinational digital electronic circuit that performs arithmetic and bitwise operations on integer binary numbers, and it is also a fundamental building computing circuits like the CPU.

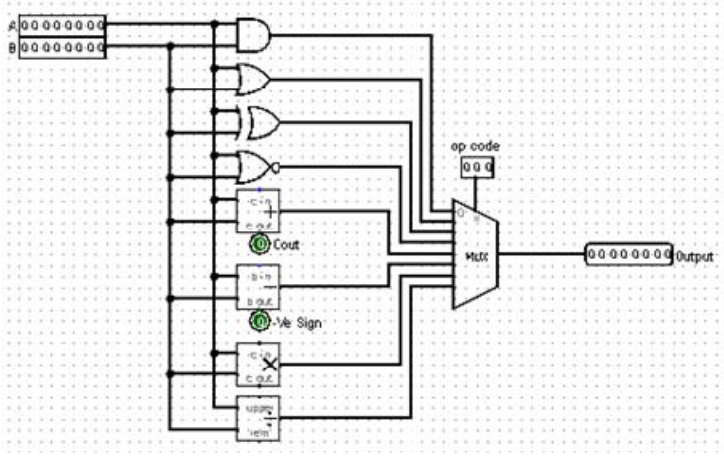


Fig. 1. ALU Circuit

It is consisted of the following: - Multiplexer: connected to all the logic gates and arithmetic operators and chooses what to be outputted based on the selecting line (op code). – Logic gates: AND, OR, XOR, and NOR. - Arithmetic Operators: blocks responsible for specific operation such as addition, subtraction, multiplication, division, and it detects the overflow and the negative value. – Inputs: two inputs (A and B) which contain the data to be operated on, called operands, and an input that contains the operation code which controls the multiplexer, and select the operation to be executed. – Outputs: one output, the result of the selected operation. When two binary data inputs are inserted, the multiplexer allows the output depending on the operation code chosen, and then the specific operation is computed logically.

Operation coded binary

3-Bit Code	000	001	010	011	100	101	110	111
Op.	AND	OR	XOR	NAND	ADD	SUB.	MULTI.	DIV.

Memory Circuit

A circuit used to indicate the address of the RAM based on the input values, which has the values [0, 7] in decimals. It consists of the following: – Register: is one of a small set of data holding places that are part of the computer processor. A register may hold an instruction, a storage address, or any kind of data (in the form of ASCII code). – Adder: is a digital circuit that performs addition of numbers. – Logical Clock: is a mechanism for capturing chronological and causal relationships in a distributed system. – Controlled buffer: is an electronic circuit element that is used to isolate the input from the output with one bit controlling signal, providing either no voltage or a voltage that is same as the input voltage. -Inputs: it has only one input "jump". – Outputs: it has only one output "Address". First, the controlled buffer, which output is connected to the register, controls the path between the register and the adder, which prevents the value of register from changing with the clock oscillation.

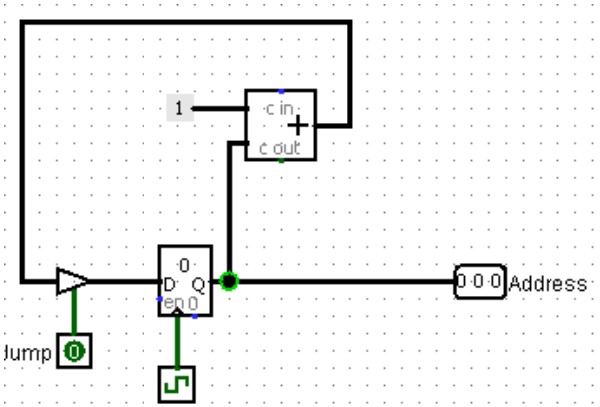


Fig. 2. Simple Memory Circuit

The adder inputs are connected to a constant one and the out of the register, and output is connected to the controlled buffer. When "jump" is on, the clock enables the register to read new value from the adder output, in other words the next address in the RAM.

Input Circuit

It is the circuit responsible of converting orders from keyboard/switches, and route it to the required selection (A, B, C, or Operation). It consists of the following:

Demultiplexer: It is similar to the multiplexer, but it works in the other direction with one input routed to more than one output. It has the short name demuxer. – Controlled buffers. 8-Bit Registers, Logical Clock, Controlled Buffer. – Inputs: one input from the keyboard (12-bit). – Outputs: four outputs (A, B, C, and operation). It starts with entering values to the keyboard, the first eight bits goes to the demuxer and the last two bits goes to control the demuxer, and also to the controlled buffer which allows the registers to remain with the same values after removing the incoming signals to them.

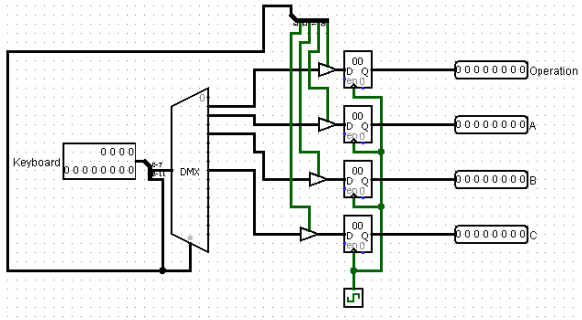


Fig. 3. Input Circuit

Control Unit Circuit

It deals with the output of the input device, it has two multiplexers choosing both inputs going into the ALU, and routes it to confirm some required conditions. It consists of the following: – Two multiplexers. – Inputs: four inputs (Operation, A, B, C). – Outputs: four outputs (Jump, ALU Op, ALU I/P1, ALU I/P2).

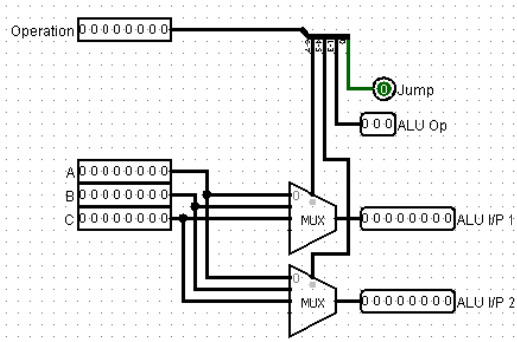


Fig. 4. Control Unit Circuit

It allows us to have the operation split into four parts, first part is the "jump" and it is 1bit, second is the "op code" and it is 3bits, third is the selecting line of the first mux and it is 2bits, and the fourth and last one is the selecting line of the second mux and it is 2bits.

Combining the components:

After putting all the components together let us see who a program executes on this microprocessor. We first close (on) one of the variants switch (A, B, C), in this step input (12bits) is split into two routes first one is the value of the variant (first 8bits) and the other is the selecting (4bits) it selects by 9-12 bits according the table 0.0 from a demuxer. Then we use the 8-bit switches to insert its value, and the variant switch should be opened (off) after choosing the required variant value. After choosing the variants we proceed to the second part in which operation switch is closed (on) to choose the operations required (AND, OR, XOR, NOR, ADD, SUB, MULTIPLY, DIVISION) by 1-3 bits according to the table 0.0, and variants are chosen according to the table 0.0. Last step is to close (on) the "jump" switch to save the output value to the memory.

Variant selecting coded binary

2-Bit Code	00	01	10
Indication	A	B	C

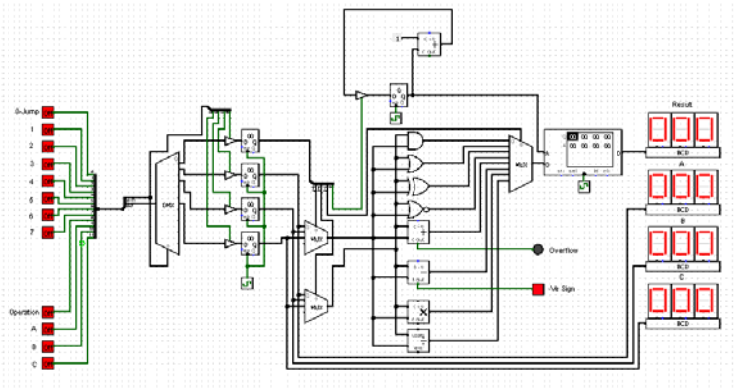


Fig. 5. Complete Program Circuit

Conclusion

An eight bit processor was designed and simulated using Logisim. This design was intended to be simple and universal and can be used in the im-

plementation of various electronic devices. Additional instructions can be added in the microprogram, e.g. compare operations, conditional jump. Add an instruction fetch unit to independently update the PC register and fetch the next instructions, and various stages of pipelining. Make an assembler that could output an assembled program directly to a binary text file that can be read by Logisim, and loaded into the memory, and then run it by the CPU.

References

1. *Brown, S.* Fundamentals of Digital Logic with VHDL Design / S. Brown and Z. Vranesic. – McGraw Hill, second edition, 2005.

2. *Burch, C.* Logisim: a graphical system for logic circuit design and simulation // Journal on Educational Resources in Computing. – 2002. – No 2(1).

3. *Cady, F.* Microcontrollers and Microcomputers: Principles of Software and Hardware Engineering // Oxford University Press, second edition, 2010.

4. *Hennessy, J. L.* Computer Architecture: A Quantitative Approach / J. L. Hennessy and D. A. Patterson // Morgan Kaufmann, third edition, 2003.

5. *Stallings, W.* Computer Organization and Architecture: Designing for Performance // Prentice Hall, eighth edition, 2010.

M. A. Al Akkad, PhD, Associate Professor
E-mail: aimanakkad@yandex.ru
F. F. Gazimzyanov, Student
E-mail: virgil7g@gmail.com
Department of Computer Science
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Automated system for evaluating 2D-image compositional characteristics: configuring the mathematical model

This paper describes a special genetic algorithm designed to customize the mathematical model of evaluating 2D images compositional characteristics. A review of methods potentially suitable for solving such a problem is given, the selected method is justified, and the adaptation of the selected method to a specific task is given. A mathematical model adapted to work with the existing mathematical model using a new method called Adjusting the Structural Skeleton Coefficients is presented. The structure of the training samples, and the special aspects of data collection are described. Data analysis and sorting is performed using the developed genetic algorithm by code reusing, and the choice of method is justified. The obtained results are analyzed, and visualization of the compositional parameters of simple

© Al Akkad M. A., Gazimzyanov F. F., 2019

scenes is presented, for different groups of respondents identified during data sorting and analysis. Finally, the results of the research are presented.

Keywords: arnheim; image analysis; image composition; aesthetics; automation; genetic algorithms.

Introduction

A general concept of an automated system for evaluating the compositional characteristics of 2D images was proposed in [1], which was developed based on the work of Rudolf Arnheim. Additionally, a variant of the mathematical model for the first chapter of Arnheim's book "Balance" [2] was proposed, which allows obtaining the compositional characteristics of objects located inside the "structural skeleton" of the image. Adjustment of the mathematical model coefficients is required. Therefore, for the accurate operation of the system, pF of the structural skeleton should be customized with the peculiarities of human perception. There are no exact values by which a graph of such function could be plotted in the book of Rudolf Arnheim except the value at which the object stands at the source of the structural skeleton. There are several methods for solving this problem: 1) *Least square method:* The developed mathematical model can be expressed as an equation, and the survey will provide statistics. The least squares method can be applied similarly to the equalization on elements given by Linnik Yu. V. [3] in chapter VIII pp. 203–211. 2) *Gradient descent:* The method is also seen to be usable, since the developed mathematical model of the structural skeleton can be presented as a complex function. The acceptable solutions set of this function can be investigated and we can find the required minimum, at which the parameters of the equation of the structural skeleton would be adjusted in accordance with the human perception [4]. 3) *Artificial neural network:* It is worth to note that this approach is universal, but maybe redundant in some cases. However, it can be used to solve the problem of selecting coefficients for sources of perceptive forces of the structural skeleton [5]. 4) *The genetic algorithm*: Genetic algorithms and such approaches are used in the training of neural networks, and also they can be an independent optimization method. In this case we are talking about an independent method. It is also important to note that, despite the fact that genetic algorithms work similar to the gradient descent, they do not require a strict definition of the mathematical model.

Adjustment of the Mathematical Model Coefficients

The genetic approach was selected because it provides a convenient isolated layer of abstraction over existing methods. Moreover, it allows operat-

ing with atomic units and fairly simple concepts from genetics to control the learning process. Empirical results of efficiency show incomparably higher efficiency than random solution search [6]. However, of course, such an approach will lose speed in any analytical solution, such as LSM (Least square method) or unconstrained optimization.

2.1. Adjusting the Structural Skeleton Coefficients Method

The principle of DNA functioning, genes transfer from parents to children and directed development of genetic systems is described by Richard Dawkins in his book "The Selfish Gene" [7]. The author defines the gene as a carrier of certain genetic information, a feature that, however, has not definite physical boundaries in the sequence of the chromosome. However, in our case we operate with atomic numerical parameters, in the same way they are defined in the computer memory. Therefore, it will be more convenient to identify the concepts of a gene and a cistron, chromosomes regions bounded by certain sequences that designate the beginning and end of a cistron [7]. Then accordingly the chromosome is a sequence of genes. A genotype is a specific set of chromosomes, and the concept of a phenotype can be reduced to a combination of genotype and environmental factors. Now we will apply all this to the tuning of the developed system. Let's turn to the formula:

$$pF_{scene} = \begin{cases} |pF_{dots}| \in [0;e] & | \quad pF_{seg}(pF_{s1}, pF_{s2} \ldots pF_{sN}) \times 2 \\ |pF_{dots}| \notin [0;e] & | \quad pF_{seg}(pF_{s1}, pF_{s2} \ldots pF_{sN}) + pF_{dots}(pF_{d1}, pF_{d2} \ldots pF_{dM}) \end{cases}. \tag{1}$$

Each pF_s and pF_d can be represented in the context of the genetic algorithm context as a chromosome. In turn, the x parameters from formulas

$$pF_{segs} = \frac{\sum_1^N pF_{sN}(d_N, x_{1N}, x_{2N} \ldots x_{VN})}{N}; \tag{2}$$

$$pF_{dots} = \frac{\sum_1^M pF_{dM}(d_M, x_{1M}, x_{2M} \ldots x_{WM})}{M} \tag{3}$$

can be defined as genes. The entire structural skeleton is identical to the genotype.

When we make a set of some initial "genes" or "DNA" for our mathematical model of the structural skeleton, and create "parents", we may get "successors"-models with different variations of pF functions of the structural skeleton. To determine their quality, we need a *fitness* function. We can use formula 1, as well as the polling data and then compare the results

of the human estimation and pF_{scene} function. This difference will determine the quality of a certain genes combination. We can get the total difference for all the scenes data from the learning sample derived from the polls. Together with the genotype, the *fitness* function forms a phenotype.

Let's present all of this in a more formal way:

$$gene = x\ ; \tag{4}$$

$$chromosome = \{gene_1, gene_2, ..., gene_n\}\ ; \tag{5}$$

$$genotype = \{chromosome_1, chromosome_2, ..., chromosome_n\}\ ; \tag{6}$$

$$phenotype = \{genotype, fitness\}\ ; \tag{7}$$

$$fitness = \sum_{n=0}^{N} |\ pf_{scene^n}(genotype) - hE_{scene^n}\ |, \tag{8}$$

where $gene$ – gene, x – values of the supporting points of the graph pF from the formula 2 or 3, $chromosome$ – chromosome, $genotype$ – genotype, $phenotype$ – phenotype, $fitness$ – fitness function, $pF_{scene^n}(genotype)$ is the score of a particular scene, formula 1, where respectively were used the genes of the genotype as the parameters of the pF functions, hE_{scene^n} is the human estimate.

2.2. Software Implementation

For the software implementation of this method the Jenetics library was selected [6]. This library is well documented, developed using the Java Stream API, which allows the full use of hyper-threading JVM, and provides a high level of compatibility with already developed systems that implemented flow control, and allows the use of popular patterns during development. One of the minuses is that the library provides immutable entities that may confuse the user who is not familiar with the Builder and Factory patterns [8].

Respondents Data Analysis Method

A survey was conducted for obtaining the data. People were asked to rate graphic compositions of the simple geometric objects, like in the first chapter of Rudolf Arnheim book. Amount of 76 compositions was presented in certain forms. They were printed on A4 sheets in order to identify people's perception of the scenes as accurate as possible, the thing that different sizes and dimensions of computer screens don't offer. For the use of the obtained data, they need to be analyzed to highlight the main trends in the evaluation of certain compositions and to find (or not to find) any pat-

terns among the responses of the questioned people. Obtaining an average estimate is uninformative, since the standard deviation in the estimates was very large. If we look at the distribution of human estimates for each scene, the spectrum of answers, it will be obvious that often in scenes there are tendencies to different answers, for example, 2 and 5, and finding an average just does not allow to see these features. This approach will allow to obtain interesting learning sample, but if we assume that there are certain taste groups with similar inclinations in the evaluation, which may intersect, finding the mode also will not ensure the representation of all existing conformities. It should be noted that the array of data obtained from interviews can be represented as a three-dimensional plane, a two-dimensional table, where the value in each cell can be interpreted as a height. If we assume that people have common aspirations in the perception of these scenes, smoothing the plane by reversing the rows of a table can group data and allow us to see the necessary dependencies that will allow to adjust the system.

Despite the fact that there is an analytical approach to the problem of smoothing surfaces using sufficient conditions of smoothness [9], we have already well configured the system for optimization of a genetic algorithm. Because we haven't the task to obtain the fastest algorithm, we try to sort the data with directional selection. In this case, each chromosome will contain a single gene – ID of a specific line. In addition, all chromosomes must contain a unique set of gene-identifiers, a table row must not be repeated. The Jenetics library provides tools for working with such tasks by using ordered sets and selectors, which leads the enumeration process to recombination, not to crossing-over. The codec allows to obtain the set of identifiers arranged in a certain order from a genotype. We can then build a new version of the table based on this set. The *fitness* function can work in several ways: we can calculate a sum of absolute differences of the vertical neighboring elements or go through the table by a vertical window, calculating the sum of the average values for each neighboring element. In each case, the smaller result will mean the smoothest surface, and so the people's answers are likely to be grouped by common trends.

The software implementation of such sorting does not differ from the implementation of the optimization of a genetic algorithm mentioned above in section 2.2. «Software implementation». A special type of genes *EnumGene<Integer>* was used, and *PartiallyMatchedCrossover* was used for the crossover, which ensures that each gene will only occur on the chromosome once, and a mutator with a probability of 0.4 was also added.

3.1. Results of Respondents Data Analysis

We have analyzed the data collected by Google Sheets service and the Jenetics library and discovered that the most scenes had a tendency to one

or two estimates, and only a few did not have a tendency and the answers was evenly distributed. The *pF* map built by the modes, is depicted on the Fig. 1. The result is consistent with Arnheim's experiments: the more «stable» areas are the right-hand side of the square, as well as the lower sources of the structural skeleton. The lower right corner is the most stable. Also, we can see the predominance in the right and lower parts inside the structural skeleton relatively to the vertical line of symmetry. The visual assumption of the *pF* area for the visual center is also shifted to the right lower part. Also results of sorting of all answers are given, with the help of the vertical sum of differences (Fig. 2–4). In the sorted data visually it is possible to allocate groups of people who are inclined to negative (adolescence female artists) and to positive (no clear pattern in this group) estimates.

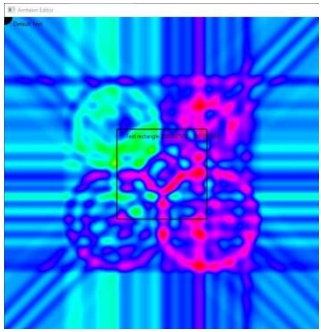


Fig. 1. pF map for the mode by all estimates

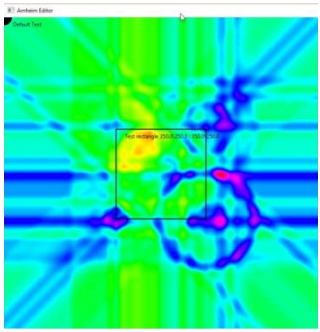


Fig. 2. pF map for modes on negative evaluations

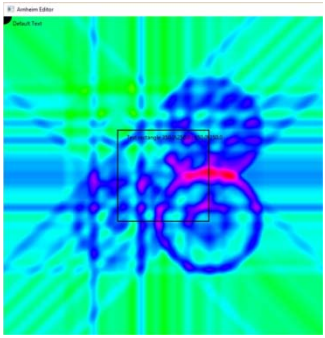


Fig. 3. pF map for modes on neutral evaluations

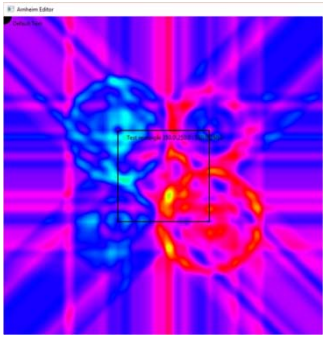


Fig. 4. pF map for modes on positive evaluations

Also middle-aged men without artistic skills have tendency to more moderate, average estimates. The sorting by the genetic algorithm based on the average value of the estimate in the groups is not informative because of the small number of surveys. Perhaps, more large-scale surveys and additional information about respondents will make it possible to identify the dependencies on average, but the identification of the tendencies seems to be more effective. If we hold more accurate multivariate analysis which would allow us to group the results of surveys in a different plane, it would be possible to identify certain "tastes" among people, according to which the system can be configured. This will solve the problem of subjectivity of such systems and methodologies.

The Obtained Results and Conclusions

We have chosen genetic algorithm as an optimization method and it is an appropriate choice for the research. Besides the overall simplicity of the approach, it turned out to be universal for adjusting the coefficients of the mathematical model, and for sorting data. Analysis of the theoretical values of the mathematical model confirmed that it was a correct representation for the methodology described in Arnheim's book. There is an obvious similarity between the visualized results in his book and the obtained pF map. Data analysis showed that operating on the mean values in this subject area was not informative. Finding the mode of the surveys results showed a better representation of the distribution of estimates. Analysis of the responses made it possible to conclude that there were certain trends in people's responses, so the results were sorted by the developed method. System setting according to the survey data and visualization of that field showed that the principles described by Arnheim, manifested even in the analysis of small groups. Created system is ready for more serious data analysis and extension of mathematical models and software tools that will provide more accurate research results.

References

1. *Al Akkad, M. A.* Fifth Forum of Young Researchers : Proceedings (February 22, 2017, Izhevsk, Russia) / M. A.Al Akkad, F. F. Gazimzyanov. – Izhevsk : Publishing House of Kalashnikov ISTU, 2017. – 221 p. – 4,62 MB (PDF). – Pp. 163–174.

2. *Arnkheim, R.* Iskusstvo i vizual'noe vospriyatie. – Blagoveshchensk, BGK imeni I. A. Boduena de Kurtene Publ., 2000. – 392 p. (in Russ.).

3. *Linnik, Yu. V.* Metod naimen'shikh kvadratov i osnovy matematiko-statisticheskoi teorii obrabotki nablyudenii. – Moscow : Matematicheskaya teoriya Publ., 1962. – 349 p. (in Russ.).

4. *Akulich, I. L.* Matematicheskoe programmirovanie v primerakh i zadachakh. – Moscow : Vysshaya shkola Publ., 1986. – 298-311 pp. (in Russ.).

5. *Korobeinikov, A. V*. Programmirovanie neironnykh setei. – Izhevsk : Izhevsk State Technical University, 2012. – 14 p. (in Russ.).
6. *Wilhelmstötter, F*. Jenetics library user's manual. – Jenetics, 2017. – URL: http://jenetics.io/manual/manual-3.8.0.pdf (accessed 19.06.17).
7. *Dawkins, R*. Egoistichnyi gen. – Moscow : Corpus Publ., 2013. – 506 p. (in Russ.).
8. Priemy ob"ektno-orientirovannogo proektirovaniya. Patterny proektirovaniya / E.Gamma [et al.]. – St. Petersburg : Piter Publ., 2016. – 89 p. (in Russ.).
9. *Poznyak, E. G*. Differentsial'naya geometriya: pervoe znakomstvo / E. G. Poznyak, E. V. Shishkin. – Moscow, MGU Publ., 1990. – 382 p. (in Russ.).

M. Dzuriš, Student
Institute of Electrical Engineering, FEI STU
Slovak University o Technology, Bratislava, Slovakia
Tel. (42126) 029-17-69, e-mail: misko.d@centrum.sk
R. Harťanský, PhD., Prof.
Deputy director of Institute of Electrical Engineering, FEI STU
Slovak University o Technology, Bratislava, Slovakia
Tel. (42126)029-12-94, e-mail: rene.hartansky@stuba.sk

Network Analyzer Calibration Problem

This article discuss the issue of network analyzer calibration with regard to different port terminations and calibration kit. A calibration method is discussed using a N-connection calibrator kit. The end of the measuring line will be SMA connector.

Keywords: network analyzer; open port; short port; calibration kit.

Introduction

High frequecy properties of microwave components are mainly prezented by scattering matrix, or more precisely by “S parameters” of the component. To measure “S parameters”, network analyzer is used to perform this action. Network analyzer is a device, which is capable of generating high frequency signal (forward wave) in specific range. Network analyzer can measure atributes of the forward and reflected wave (amplitude and phase).

Network analyzer has to be calibrated each time it is used in a particular measuring configuration, otherwise readings will not be accurate at all. Calibrating network analyzer has to be done with known calibration kit, which consist of tree termination element : short, open and 50 (75) Ohm. These calibration elements also has their own limitations because of the

© Dzuriš M., Harťanský R., 2019

individual parameters stability with respect to frequency. Also these calibration kits can be used only for specific connector they were made for, consequently they are not univerzal.

Problem formulation

Network analyzer, that is at our disposal on UE FEI STU is "Hewlett Packard type 8753D", with connectors "unisex APC 7" also with connector reductions "APC 7/SMA". Our network analyzer has two inputs/outputs ports on which it can measure whole scattering matrix (S11, S12, S21, S22). To calibrate network analyzer we are using calibration kit "85032F/N", which has "Female" and "Male" set (open, short, 50 Ohm). To correct measurements and results for research work, pedagogic process and also student projects, it is required to obtain accurate "S parameters" also for projects with different type of connectors that are on our calibration set (for example "SMA").

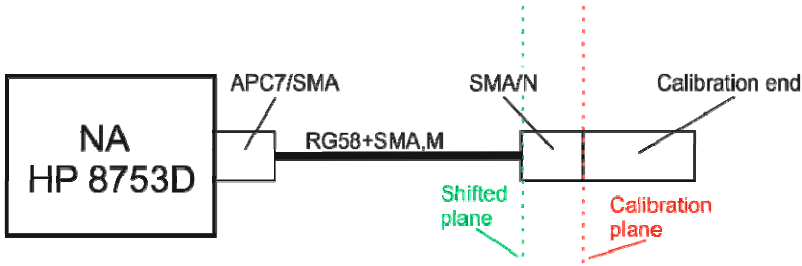


Fig. 1. Calibration scheme with connector reduction on calibration termination

Nowadays we have only calibration set with type "N" connector, therefore we are forced to use reduction at the end of line to connect termination end. As we can clearly see on Fig. 1 at the moment of calibration, the working plane is at the end of reduction between line (RG58 + SMA,M) and termination. That means, that after calibrating network analyzer we remove reduction (also with termination end) so we can add our device we want to measure, which leads to physicly shifting the plane and geting incorrect data.

Solution

To provide relevant results we need to shift (in software settings of network analyzer) electrical plane, so we can compensate the connector reduction removal. To do that we need to know electrical distance we lost by taking reduction out of calibrated system. However electrical distance is not

same as physical distance of reduction due to dielectric compound used in reduction itself (that is caused by the fact, that in this material velocity of EM wave is “slower”).

Even if we do not know electrical lenght of the reduction, we are able to recalibrate network analyzer from this point (network analyzer is calibrated with connector reduction) by connecting known impedance – in our case “short” (which has stable properties in high frequency spectrum of measuring) on our line (RG58 + SMA,M). After we adjusted network analyzer to display impedance in polar (or Schmitchart) mode, it will look similary to what is on Fig. 2a. Now we can manualy adjust calibration plane by changing “electrical delay” (in settings of network analyzer), just so we will observe only a point as shown on Fig. 2b.

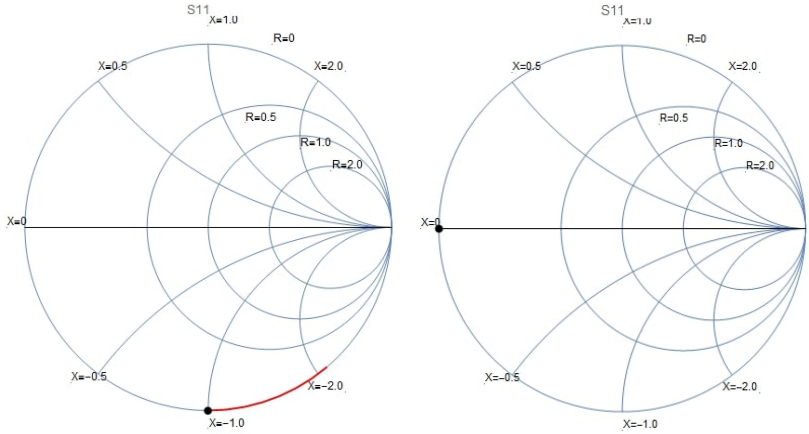


Fig. 2. a – Display in Schmit chart after adding our known impedance (short); *b* – Display in Schmit chart after adding our known impedance (short) and adjusting electrical delay

After this sequence network analyzer will be calibrated on new (green) shifted plane. This method is user friendly, although it requires a good termination ending (with connector we want to be calibrated on), in our case, short.

Experimental SMA type high frequency short

We wanted to try make our own high frequency rated SMA short, because then we would be able to make proper high frequency short also for other types of connectors, that are not obtainable with termination configuration.

Fig. 3. Manufactured short ends a) “Model A”, b) “Model B”

Firstly we made “model A”, which is connector with thin plate of copper sheet with soldered pin and tightned to surface of connector with four screws.

Secondly we made “model B”, which is connector with drilled dielectric material. This drilled hole was filled with soldering tin.

Both models were “tested” by calibration method mention before. “Model A” had capital capacity character (as shown on fig. 4 – red trace). “Model B” on the other hand had both induction and capacity character on various frequency range(as shown on fig. 4 – blue trace).

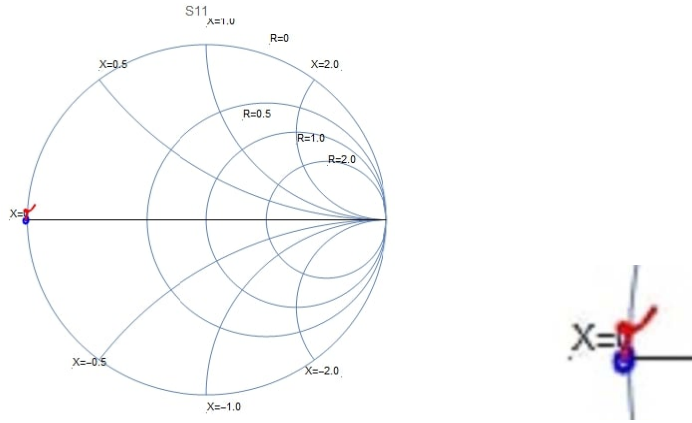


Fig. 4. Calibrated “point” after shifting plane (komplex koeficient in Schmit chart) + zoom

In order to get an idea of the frequency dependence of parameter S11 of the produced short termination, fig. 5 is shown. Graph show a shape (change) of parameter S11 in the frequency range 30kHz to 6GHz. For reasons of clarity, the logarithmic graph and the S11 coefficient in dB were used. We see, that the waveform of S11 for "Model A" is +0.9 dB and -1.3 dB and for "Model B" is + 1.2db and –1.5 dB.

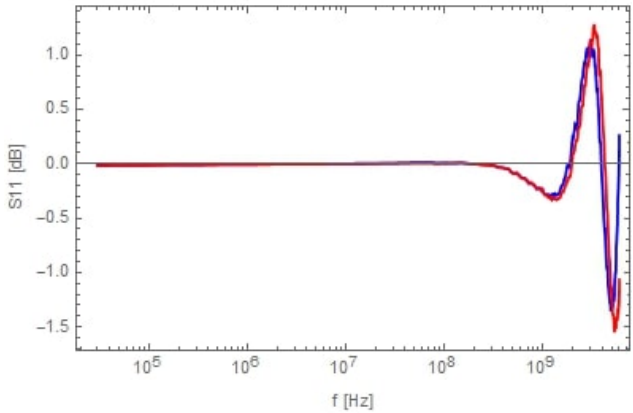


Fig. 5. Absolute value of S11 parameter in dB (logarithmic frequency axis)

Conclusion

The article showed the possibility of network analyzer calibration if the analyzer has ports terminated by a connector other than the calibration set.It is possible to achieve excellent calibration parameters even with an amateur-made short end (terminal) in a relatively wide frequency band.

Acknowledgements

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract no. APVV-14-0076 and APVV-15-0062.

References

1. *Hajach, P*. Mikrovlnná technika, STU: Bratislava 2008.

2. *Hartansky, R.* Senzory pre meranie elektromagnetického poľa / R. Hartansky, J. Hallon // STU: Bratislava. – 2016.

3. *Hricko, J.* Exchange of Effectors for small mobile robots and UAV / J. Hricko, Š. Havlík // Mechanisms and Machine Science : Advances in Service and Industrial Robotics. RAAD 2018. – Cham, Switzerland : Springer International Publishing AG. – 2019, vol. 67. – P. 308–315.

D. O. Ekhsayem, Student
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
Tel. 8 (922)525-11-46, e-mail: duaa.ekh992@gmail.com

Strain Analysis of Solid Bodies

In this research, stress, and strain were defined, small strains and small deformations. Moore's circuits were used to calculate stress, and strain. The types of solid bodies, plastic bodies, elastic bodies, and breakable bodies were discussed. Some examples have been used, in addition, stress calculation and representation were illustrated.

Keywords: stress; strain; mohr's circle; elasticity; plasticity; and fracture.

Introduction

The application of the principles of mechanics to bulk matter is conventionally divided into the mechanics of fluids and the mechanics of solids. The entire subject is often called continuum mechanics, particularly when we adopt the useful model of matter as being continuously divisible, making no reference to its discrete structure at microscopic length scales well below those of the application or phenomenon of interest. Solid mechanics is concerned with the stressing, deformation and failure of solid materials and structures. What, then, is a solid? Any material solid, can support normal forces. These are forces directed perpendicular, or normal, to a material plane across which they act. The force per unit of area of that plane is called the normal stress. The stones of a Roman arch, rocks at base of a mountain, the skin of a pressurized airplane cabin, a stretched rubber band and the bones of a runner all support force in that way (some only when the force is compressive). We call a material solid rather than fluid if it can also support a substantial shearing force over the time scale of some natural process or technological application of interest. Shearing forces are directed parallel, rather than perpendicular, to the material surface on which they act; the force per unit of area is called shear stress. The study of solid objects is one of the most important issues studied at present, as stress and strain are the most important elements to be calculated because they have importance in many engineering and mechanical applications, and the resistance of the material and its ability to compress or tensile or load is calculated to reach the best results. In previous studies, stress was calculated analytically by solving differential equations or numerical methods, but using Moore's circles and Hawk's law became more rapid and more accurate.

© Ekhsayem D. O., 2019

Stresses and Strains in Ships

Stress is defined as the load put on a piece of material or a structure, and is the permanent deformity or weakness caused by excessive stress. Normal stresses are denoted as or etc. and shear stresses as or etc. Stress is represented on the body as in Fig. 1 [1].

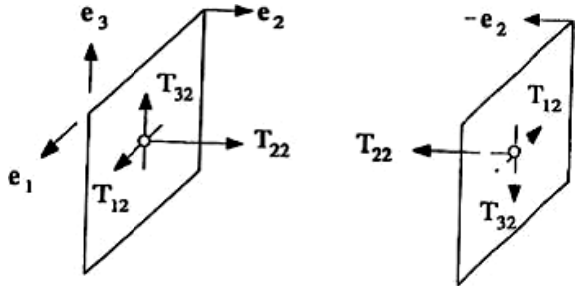


Fig. 1. Positive coordinate stresses

Mohr Diagram for Plane Stress

The stress analysis of plane stress may be illustrated graphically in a diagram. This graphic method has many important applications and gives a concentrated presentation of all aspects of the state of plane stress. The graphic method is also applicable in the analysis of any symmetric tensor in two dimensions, for example the strain tensor for small strains in a surface [2].

We assume that the principal stresses and principal stress directions are known. In a coordinate system with axes parallel to the principal directions become:

$$\sigma = \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_2) + \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_2)\cos 2\varnothing\ ,\ \tau = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_2)\sin 2\varnothing\ ; \qquad (1)$$

$$\left[\sigma - \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}\right]^2 + \tau^2 = \left[\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}\right]. \qquad (2)$$

The stress point S having coordinates (σ, τ) represents the stresses on the physical plane that makes the angle φ with the principal direction for σ1. The central angle between the σ-axis and the radius CS is equal to 2φ. This may be seen as follows. From the Mohr diagram we derive the formulas:

$$\sin 2\varnothing = \frac{2\tau}{\sigma_1 - \sigma_2}\ ,\ \cos 2\varnothing = \frac{2\sigma - (\sigma_1 + \sigma_2)}{\sigma_1 - \sigma_2}\ . \qquad (3)$$

The Mohr diagram may also be constructed in the general case of plane stress when the state of stress is given by the coordinate stresses . Represents Mohr's circle in the Mohr diagram in Fig. 2 the radius of the circle is:

$$r = \sqrt{\left[\frac{T_{11} - T_{22}}{2}\right]^2 + \left[T_{12}\right]^2} \ . \tag{4}$$

The center of the circle is point C on the σ-axis a distance $\frac{T_{11} - T_{22}}{2}$ from the origin O.

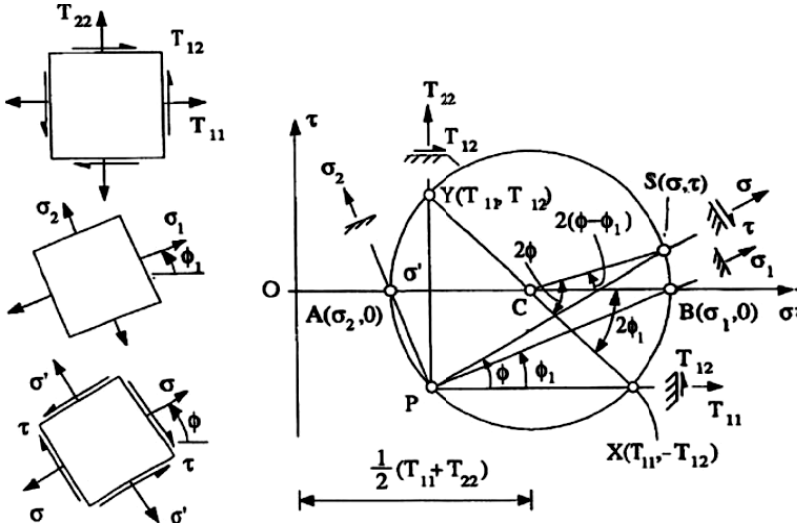


Fig. 2. A general Mohr diagram with the pole P of normal

Elasticity, Plasticity, and Fracture

A solid material is tested for strength and stiffness by subjecting a test specimen to axial tension or compression. Fig. 3 shows a test specimen used in a tensile test. The cross-sections at the ends of the specimen are enlarged to give a more even transmission of the forces N from the testing machine to the specimen [3]. We consider now a homogeneous part of the specimen of length and diameter D_0. When the specimen is subjected to tension, it will elongate and the homogeneous part obtains the length L. The diameter decreases to the value D. Change of length per unit length of material ele-

ments axially and in the direction of the diameter may be given by the longitudinal strains:

$$\varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0}\ ,\ \varepsilon_t = \frac{D - D_0}{D_0}\ . \tag{5}$$

ε is the axial strain, while ε_t is called transverse strain. The longitudinal strains defined by (5), i. e. as change of length per unit length of original length, L_0 or D_0, is also called conventional, nominal or engineering strain. Strains are dimensionless quantities. Another measure of longitudinal strain, especially used for large strains in experimental situations, is logarithmic strain or true strain:

$$\varepsilon_l = \ln\frac{L_0}{L_0} = \ln(1+\varepsilon)... \tag{6}$$

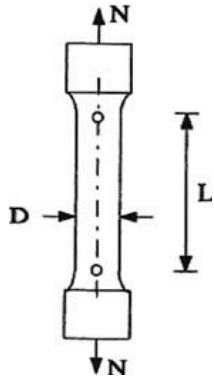


Fig. 3. Tensile specimen with circular cross-section

This strain measure is defined based on the strain increment:

$$d\varepsilon = \frac{dL}{L}... \tag{7}$$

Which expresses incremental change of length dL per unit of the present length L, i.e. the length of the specimen prior to the increment. The logarithmic strain represents a sum of the strain increments (7):

$$\varepsilon_l = \int_0^{\varepsilon_l} d\varepsilon = \int_{L_0}^{L} \frac{dL}{L} = \ln L - \ln L_0 = \ln\frac{L}{L_0}\ ,\ \varepsilon = e^{\varepsilon_l} - 1... \tag{8}$$

For small strains, say $\varepsilon < 0.01$, the logarithmic strain is approximately equal to the conventional strain: $\varepsilon_l \approx \varepsilon$.

The axial force in the test specimen in Fig. 1 is N, and it is assumed that N is transmitted through the homogeneous part of the specimen as an evenly distributed force over the cross-section of the specimen and perpendicular to the cross-section.

The intensity of the force or force per unit cross-sectional area is the normal stress $\sigma = N/A$, where $A = \pi D^2/4$ is the cross-sectional area. It is customary to use the expressions:

$\sigma = \frac{N}{A}$ – True normal stress or Cauchy stress.

$\sigma_0 = \frac{N}{A_0}$ – Nominal normal stress or engineering stress.

Where $A_0 = \pi D_0^2/4$ is the cross-sectional area of the undeformed specimen. In many practical cases the change in cross-sectional area is so small that we need not distinguish between true and nominal stress. True stress is also called Cauchy stress. Other names for nominal stress are engineering stress and Piola – Kirchhoff stress. In the homogeneous part of the tensile specimen we shall find that material planes parallel to the axis of the specimen are free of forces.

We say that this part of the specimen is a uniaxial stress state. In order to analyze how a particular material behaves for different levels of loading under normal stress, a stress-strain diagram is created. Fig. 4 shows a sketch of such a diagram for mild steel, also known as ordinary structural steel. We shall briefly present this diagram because mild steel clearly demonstrate some of the most important mechanical properties for solid materials.

Mild steel is "perfectly" elastic for stresses below a limit f_y called the yield limit or the yield stress. This implies that the material retains its original shape after it has been unloaded, as long as the normal stress satisfies the condition: $\sigma_{max} < f_y$.

The yield stress varies with the steel quality and usually is found within the range: 200–400 M Pa (megapascal). The unit Pascal [Pa] is equal to $1N/м^2$. An unloading curve from a stress level $\sigma < f_y$ will follow the loading curve. Both curves are linear, and the relationship between stress and strain may be expressed by the linear law:

$$\sigma = \varepsilon... \tag{9}$$

The coefficient of proportionality η is called the modulus of elasticity or Young's modulus and has the same dimension as stress, i. e. force per unit area. The modulus of elasticity varies somewhat with the steel quality. A

reference value for most structural steels may be 210GPa (gigapascal). The linear relation (9) only applies when the strains are less than approximately 0.001.

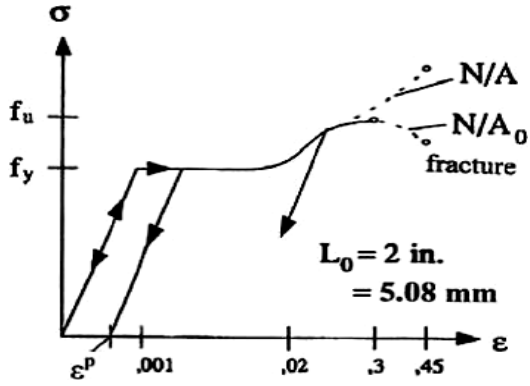


Fig. 4. Tensile tests of four materials

The tensile strength varies with the steel quality and usually lies within the region 350–700MPa.

A mechanical model consisting of a linear helical spring, see Fig. 5, may illustrate the response of a Hookean bar. The response equation of the bar and the model is given by Hooke's law (5). The stress σ represents the force on the spring and η/L_0 is the spring constant. In this material the longitudinal strain ε and the crosssectional normal stress σ are related through the constitutive equation:

$$\varepsilon = \frac{1}{\eta}\left[1 + \frac{\alpha}{\sigma_R}\left|\frac{\sigma}{\sigma_R}\right|^{m-1}\right]\sigma \tag{10}$$

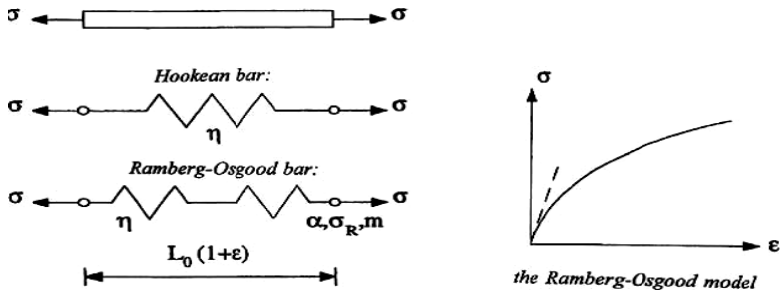


Fig. 5. Models for elastic material in uniaxial stress

Where η, α, σ_R and m are material parameters. An analogous mechanical model, a Ramberg – Osgood bar, may be series coupling of a linear spring and a non-linear spring.

A material that experience plastic strains is called a ductile material. Many ductile materials do not show a clearly defined yield stress. For such materials a yield limit f_y is defined as the stress σ 0.2 at which the plastic strain after unloading is $\varepsilon^P = 0,002 (= 0,2\%)$ [3].

Conclusion

Moore's circles and Hawk's law proved their effectiveness in practical applications and were better than normal methods used in previous research where we got accurate results in a more rapid and effective way.

In the coming research, we suggest using semi-analytical numerical methods such as Homotopy method, alternating mode and other methods used in modern studies because they have proven effective in many mathematical and mechanical applications.

References

1. *Malvern, L. E*. Introduction to the mechanics of a continuous medium, 1969.

2. *Irgens, F*. Continuum Mechanics. – Springer, 2008.

3. *Rice, J. R*. Solid mechanics. School of Engineering and Applied Sciences, and Department of Earth and Planetary Sciences Harvard University. – Cambridge, 2010.

R. Harťanský, PhD, Professor
Deputy director "Institute of Electrical Engineering"
Tel: (42126) 029-12-94, e-mail: rene.hartansky@stuba.sk
M. Mierka, Ing. Mgr. PhD Student
Slovak University of Technology in Bratislava,
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Tel: (42126) 029-12-94, e-mail: xmierka@stuba.sk

New Method of One-Component Force Measurement

The paper deals with sensor design, which is applicable for contactless displacement, or distance measurement. Sensing principle is based on change of electromagnetic field properties. There are changed during resonance of electrical sensor part. In this paper is in detail described sensor construction consisting from the mechanical part – load cell and electrical part – parallel resonance circuit, which is

© Harťanský R., Mierka M., 2019

implemented on load cell body. Structure of mechanical part is proposed so that the value of resonance frequency is dependent from size of sensing displacement. The resonance change electromagnetic field properties what is visible in behaviour of easily measurable parameters of electromagnetic field radiator such as scattering parameters.

Keywords: electromagnetic field; mutual impedance; MEMS; resonance frequency; load cell.

Introduction

In present time is more and more popular design of sensors applicable to micro and nano technologies, where the mail parts of structures are in micrometer and nanometer dimensions. There structures are usually named MENS or NEMS. M(N)EMS structures are mechanical parts of the robotics constructions, which are used for manipulation with small objects defined dimensions. Gripping and manipulation process is consisting of actuator moving control process, where is necessary realizing the measurement of arm distances or displacement for micro-grippers.

The load cell technology is very popular in matter of force investigating and measuring. As a technology for force sensing, load cell is attractive also because of the fact, that underlying technology are relatively mature and well known. The crucial sensing element is a strain gauge, which is difficult to produce in the case of micro meter scale and is not suitable for unsparing treatment.

The main objective of this paper is to focus on the design of mechanical part – elastic body and electrical part – resonance circuit, which together create a force sensor. The design of elastic body shape was oriented to creation of planar parts, which mutual position is changed by value of sensing force. This effect produces a direct influence to the properties of electrical part of designed sensor. Electrical part of sensor – resonance circuit, makes use of resonance effect which takes the information about measured force. This information is propagating in change of electromagnetic (EM) field which surround designed sensor. This change is easily detected at the input terminal of EM field radiator.

Design of force sensor model for numerical simulation

The final designed shape of proposed elastic body with full load is shown in Fig. 1. Let us focus to the part of elastic body, where is only negligible deformation influence. This part plays an important role in the application of resonance circuit. Design and numerical simulation of elastic body was executed by simulation software *Multiphysic Comsol* [3].

The resonance element can be created by parallel resonance LC circuit as we can see at the Fig. 1, *b*.

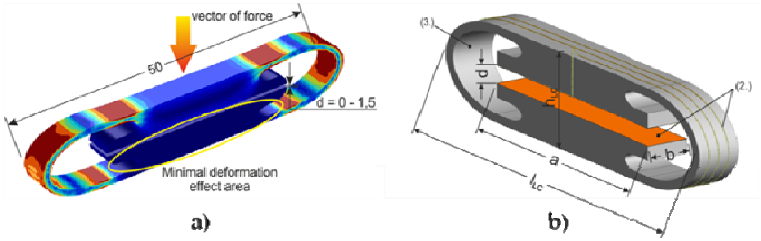


Fig. 1. *a* – Designed mechanical part of force sensor (full load $d = 0$ mm, dimensions in mm); *b* – implementation of electrical and resonance parts

Parameters of modelled sensor

Employed materials:	Structure parts:	Important dimensions:
Silver ($\sigma = 6{,}1737$ S.m^{-1})	LC resonator	$a = 30$ mm, $b = 5$ mm, $d = 0$–1.5 mm, $n = 2.5$
Teflon ($\sigma_r = 2{,}08$ F.m^{-1})	Load cell body	$l_{LC} = 50$ mm, $h_{LC} = 10$ mm

n – Count of inductor winding

The sensor is located in an electromagnetic field where there is interaction between the LC resonant circuit and the field. The sensor resonance frequency is tuned directly to corresponding elastic body deformation. The change of resonance frequency is dependent only to the capacity of the capacitor in this case. Other parameters of resonance circuits are constant during the whole sensing process. The value of capacitor capacity is given only to the mutual distance of capacitor plates d ($0 < d < 1{,}5$ mm). The inverse proportionality is between the capacitor plate distance and sensing value of force.

The elastic body – sensor of force was placed in the TEM cell see Fig. *2*. The TEM cell is adapted to be both the source of the electromagnetic field and the body of the elastic body.

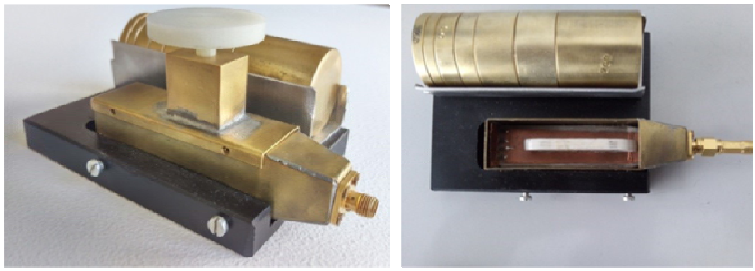


Fig. 2. TEM cell as force probe

Results of numerical simulations

A detailed numerical analysis is very important to resonance effect investigation of designed sensor. The numerical *moment method* was used to calculation of EM field changes. Material constants were defined for particular parts of sensor: stripline, inductor – copper, capacitor plates – silver, elastic body – teflon.

The selected frequency courses of stripline input impedance are illustrated at following solid line graph (Fig. 3, *a*). The resonance effect is very clear in the aspect of frequency position of the local minimum in this case too.

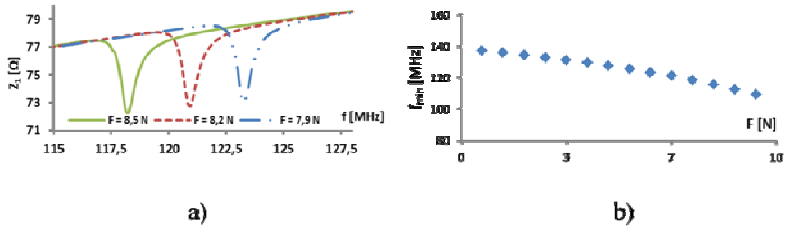


Fig. 3. *a* – resonance effect on the TEM cell; *b* – transfer curve of sensor obtained by results of numerical simulation

The transfer curve of designed sensor is plotted at the Fig. 4. This characteristic was created from results of numerical simulations. The constructed transfer characteristic presents the relationship between sensing value of force and frequency value of resonance effect. This frequency value plays a key role in the next interpretation process.

Results of measurement

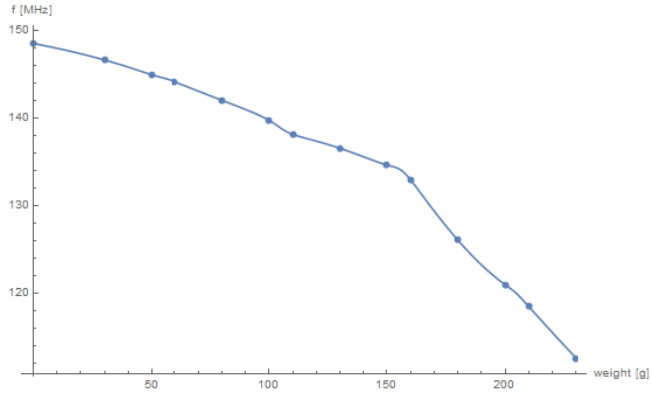


Fig. 4. Measured transfer curve

Based on the curve shown in Fig. 4 we can say, that the dependence between weight and frequency is almost linear. The nonlinearity can be caused by several reasons: inaccuracy of weights, nonconstant impedance of TEM Cell depending on frequency, material deformation of the sensor. The results presented in this paper can be replaced with a polynomial curve of 3rd order.

Conclusion

A new method of one-component force measurement was described in this paper. This method is revolutionary because of contactless measurement of force or distance. It´s based on deformation of a LC sensor placed into a TEM Cell. This method is still in development, therefore several papers will be presented in the future with adjustments and enhancements for getting a precise measurement with reliable device and sensor.

Acknowledgements

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract no. APVV-14-0076 and APVV-15-0062.

References

1. Design, development and preliminary assessment of a force sensor for robotized medical applications / N. Kumar [et al.]. // IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics. 8–11 July, roč. 2014. – S. 1368–1374.

2. *Hartansky, R.* Wire Structures Mutual Impedance Change in Electromagnetic Field / R. Hartansky, L. Marsalka // Journal of Electrical Engineering. – Vol. 63, No. 7/s. – S. 152–155.

3. *Hricko, J.* Sensors and Compliant Robotic Mechanisms for Harsh Working Environments // Proceedings of the RAAD 2013, 22th International Workshop in Aple-Danube Region. – Portorož, Slovenia, 2013. September 11–13.

M. Kucharovič
M. Solovyov
F.Gömöry
Slovak University of Technology in Bratislava
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology,
Institute of Electrical Engineering
Bratislava, Slovakia
E-mail: kuchtoo71@gmail.com

Creating and Modeling a Magnetic Invisibility Cloak

Magnetic shielding causing negligible distortion of the outer magnetic field is called a magnetic shell. We designed and tested coils with a coaxial two-layer structure where the superconducting cylindrical layer is located inside a tube of ferromagnetic material. Such an object, when inserted into a magnet generating magnetic field AC, should not change the coil impedance. We measured two different geometric structures. To verify the accuracy of the experiment, we performed numerical simulations in which we achieved good agreement with the experiment.

Keywords: magnetic cloak; design, simulation.

Introduction

The magnetic invisibility cloak is an object that can be hidden from the magnetic field. This object must be implemented in a very specific way [1–5].

A cloak consists of two layers of different materials coaxially deposited. One layer is ferromagnetic and the other is diamagnetic. The combination of these materials can weaken or completely shield the magnetic field. This object should behave as a result of exposure to the magnetic field:

1. Zero magnetic field inside the superconducting cylinder.
2. Unaltered magnetic field outside the outer tube.

This is the characteristic of a magnetic invisibility cloak: the object inside the cloak would have no interference with external magnetic field and a magnetic sensor would not detect any change in the magnetic field due to the cloak presence.

© Kucharovič M., Solovyov M., Gömöry F., 2019

Fig. 1. Geometry with longitudinal coil

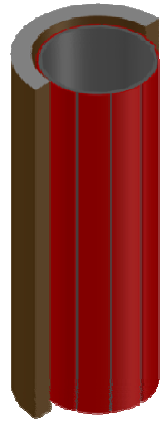


Fig. 2. Term coaxial two-layer casing

Cloak

The term coaxial two-layer casing is illustrated in Fig. 1, which shows the cross-section of such an object. Its length / radius ratio is considered to be large enough to neglect the end effects, i.e., in our work we deal with 2D coats. The uniform magnetic field is directed transversely to the longitudinal axis of the casing.

Ferromagnetic cylinder

Exact balance of magnetic moments is a basic requirement for cloak functionality. The condition for the functionality of the ferromagnetic part with constant permeability is

$$\mu_r = \frac{R_1^2 + R_2^2}{R_2^2 - R_1^2}. \quad (1)$$

The ferromagnetic cylinder is made of $Li_{0.575}$ $Zn_{0.4}Ti_{0.55}Fe_{1.475}O_4$ composite powder with grain size below 80 μm mixed with epoxy resin (Epoxy 1200 with hardener P11).

As a result of the dependence of the relative magnetic permeability on the ferrite powder concentration, the compound with 31.5% ferrite powder concentration was selected.

The relative magnetic permeability of the FM cloak is in the range 3 - 3.5 for the applied field amplitudes. The inside diameter of the ferromagnetic roller is 50 mm and the outside diameter is 65.5 mm. The length of the ferromagnetic cloak is 150 mm.

Superconducting cylinder

Cloak was made of superconducting tapes wound on a fiberglass cylinder in two geometries, along the cylinder and a helical cross.

The tape used is the SuperPower brand specifically SF12050AD.

Each tape is separated from the adjacent gap, but in the case of multilayer tape storage, the individual wires are electrically interconnected.

Cylinder has a length of 145 mm and its radius is 22.45 mm while the strips on it are 12 mm wide.

The final number of tapes per layer is 11, with a total layer is 6.

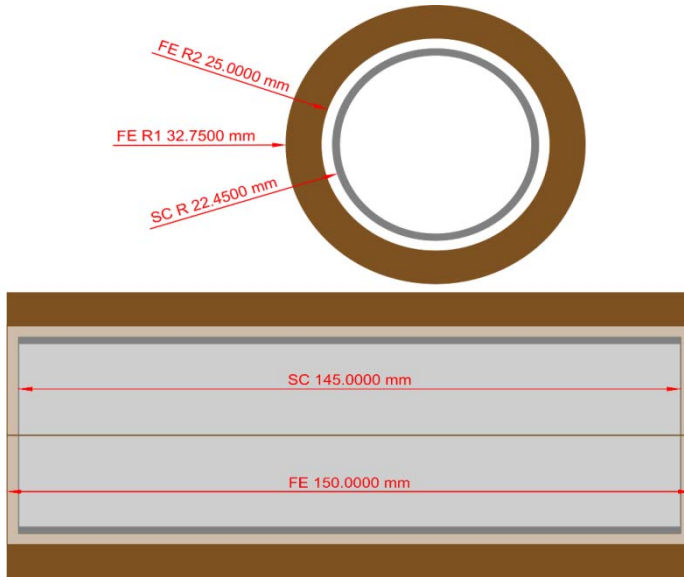


Fig. 3. Dimensions of cloak

Measurement

When measuring the magnetic moment, we used a system of two coils, which were also immersed in liquid nitrogen. Since it is impossible for both coils to be produced to be the same, we have added a compensating coil to the system, which has the role of balancing their inductance. The additional compensation coil has a small number of threads and is positioned to capture a small portion of the magnetic flux from the coil that remains empty when measured. We can add or subtract the signals from the two-wire system and the additional coil and change the position of the compensation coil to fine-tune the output voltage. The experiment included a field amplitude

range of about 0.2 to 12 mT and a frequency of 72 Hz. The voltage signals from the sensor detecting the supply current and the signal from the measuring coils are recorded by the DAQ card. The m and B values are obtained from the tension by time integration:

$$m(t) = \frac{1}{k_{\text{coil}}} \int_0^T U_{\text{coil}}(t)dt \,;$$

$$B(t) = k_{\text{coil}} k_{\text{rog}} \int_0^T U_{\text{rog}}(t)dt \,.$$

Simulation

The approximate theoretical model developed by COMSOL Multiphisics has created a better image of the system and its behavior.

Due to the complex geometry of the casing, it was possible to make only a simplified 2D simulation. The coil in the 2D space will be two infinitely long conductors with opposite current densities, and the superconducting jacket will be an infinitely long cylinder. This means that we neglect the end effects on which the magnetic field is most deformed.

Due to the complex simulation, we compared and simulated only two layers.

Further, for the sake of simpler modeling and reasonable time of calculation, we neglect the $j_c(B)$ dependence and ferromagnetic hysteresis, which in the end can cause smaller losses (x ") than in the measurement.

The behavior of the magnet defines the current density in the direction of the axis from $J_{\text{coil}} = \pm I_{\text{coil}}/S_{\text{coil}}$. For the superconductors an equation was used, to which the electrical potential φ has been added. Then we had to divide this equation into two states,

$$j_s = j_c \tanh\left(\frac{-(A_z + \varphi)}{A_{\text{norm}}}\right);$$

$$j_s = j_c \tanh\left(\frac{-(A_p + \varphi) - (A_z + \varphi)}{A_{\text{norm}}}\right).$$

The variable φ is very important in the calculation, because by adding the integral for each tape, we separately impose the casing to not act as a whole, but to consider that the bands are separate conductors. This is due to the fact that the electromagnetic calculation in the A-φ formulation assumes continuity of the current (all currents are closed), in the case of 2D geometry the currents are automatically closed at the end of the conductors. The set electrical potential determines that the current loop must be closed

within each one conductor and excludes the macroscopic current between them (Fig. 4–6).

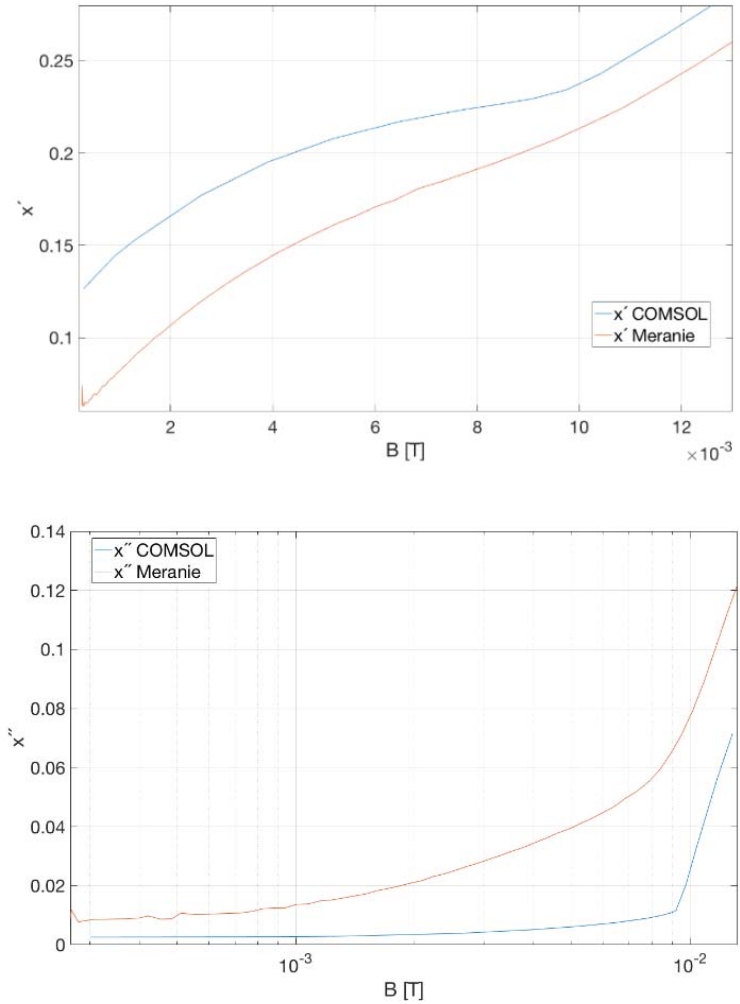


Fig. 4. Compare two layers between measurement (along the cylinder geometry) and simulation

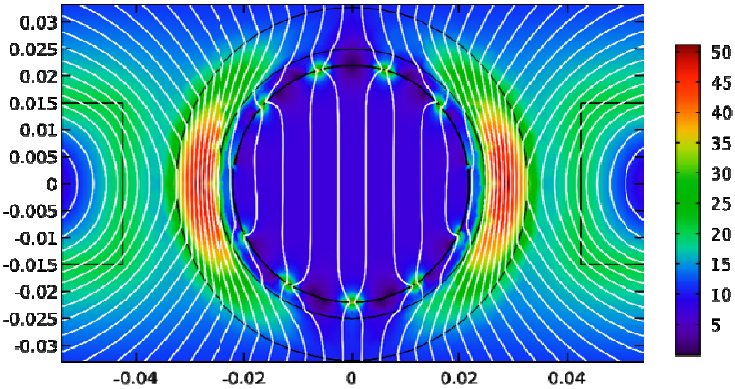


Fig. 5. First layer : Contours: Magnetic vector potential, component (Wb/m)
Surface: Magnetic induction norm (mT)

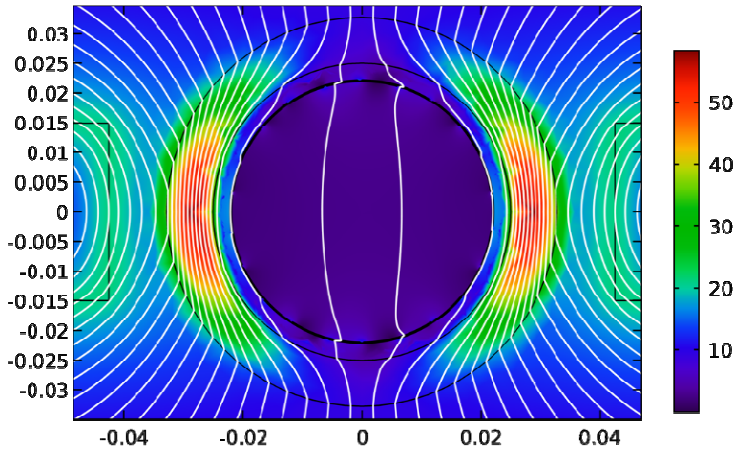


Fig. 6. Second layer : Contours: Magnetic vector potential, component (Wb/m)
Surface: Magnetic induction norm (mT)

Conclusion

The superconducting part of the magnetic invisibility cloak was constructed in two different geometries. One geometry is longitudinal and the

other is helical, with the final number of layers being six. With the help of the measuring instrument, both geometries were measured and we found that the longitudinal has better shielding effects, but greater losses than the helix, which is due to the fact that the longitudinal winding is more effectively displaced from the internal volume to the ferromagnetic. Using COMSOL we created a model for numerical simulation and then we compared with Matlab simulation and experiment.

We have found that the real part of susceptibility is very accurate with measuring, but imaginary less. From the simulation we can see that the cloaking capability of one layer of superconducting tapes is very small and the outer magnetic field easily penetrates into the shell volume. However, in two layers, we can see that the penetration of the magnetic field is considerably smaller.

Acknowledgment

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No.: APVV-14-0076 – "MEMS structures based on load cell".

References

1. Design of Magnetic Cloak for Experiments in AC Regime / M. Solovyov [et al.]. – IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 26, 2016.

2. *Šouc, J*. Hiding objects in AC magnetic fields of power grid frequency by two-shell ferromagnetic/superconducting cloak / J. Šouc, M. Solovyov, F. Gömöry // Applied Physics Letters. – 2016. – Vol. 109.

3. Bulk and CC-tape based superconducting shields for magnetic cloaks / M. Solovyov [et al.] // IEEE Transactions on Applied Superconductivity. – 2017. – Vol. 27.

4. Antimagnets: Controlling magnetic fields with superconductor-metamaterial hybrids / A. Sanchez [et al.] // Cornell University Library, 2011. – URL: https: // arxiv.org/pdf/1107.1647v1.pdf

5. AC losses in coated conductors / F. Gömöry [et al.] // Superconductor Science and Technology. – 2010. – Vol. 23, No 3.

Y. Maksimova, Master's Degree Student
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
Tel. 8 (912)028-84-34, e-mail: maksimova.ju@mail.ru

The Automatic Fire Extinguishing in a Big Shopping Mall

The particle discusses the optimal choice of automatic fire extinguishing systems for a crowded area, in particular – for a big shopping mall. Types of sprinklers are considered in details.

Keywords: firefighting; sprinkler; extinguishing units.

The problem of fire safety in shopping malls is actual in Russia. The ignoring of fire safety standards in crowded areas and buildings leads to irreversible and dramatic consequences. Special attention should be given to automatic sprinkler fire extinguishing systems. They prevent fires, without material damage and casualties, regardless of human carelessness.

Automatic fire extinguishing units are fire extinguishing units, automatically triggered when the controlled factor (s) of the fire exceeds the threshold values in the protected area [1]. A distinctive feature of automatic units is their performance and functions of automatic fire alarm. Sprinkler fire extinguishing units are operated automatically [2].

Automatic fire extinguishing installations are used to achieve one or more of the following goals:

• fire suppression in a room (building) before hazard factors get critical values;

• fire suppression in the room (building) before the building structures loss the fire resistance and fail;

• fire suppression in the room (building) before the maximum permissible damage occurs to a protected property;

• fire suppression in the room (building) before the destruction of technological installations [3].

The schematic diagram of a water fire extinguishing sprinkler units for big shopping malls with entertainment facilities is shown in fig. 1.

Sprinkler is one of the main elements of the automatic system. Today in big shopping malls there are rooms for all kinds of activities: from warehouses to cold rooms. For each type of room should be equipped with sprinklers of certain type.

The classification of sprinkler used in big shopping malls was made according to papers [4–8] and presented in Table.

© Maksimova Y., 2019

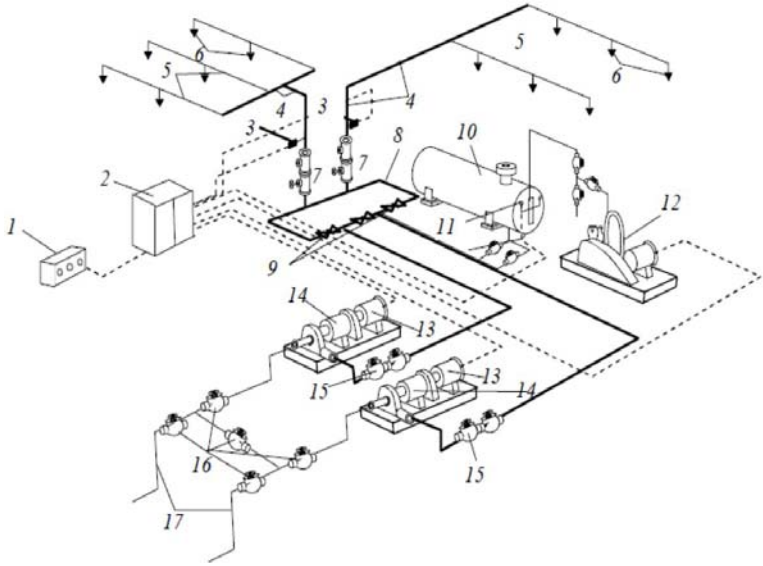


Fig. 1. Schematic diagram of the sprinkler installation of water extinguishing: *1* – control device; *2* – control unit; *3* – pressure indicator SDU; *4* – supply pipeline; *5* – distribution pipeline; *6* – sprinklers; *7* – control unit; *8* – supply pipe; *9* – normally open valves; *10* – hydropneumatic bag (pulse device); *11* – electrocontact manometer; *12* – compressor; *13* – electric motor; *14* – pump; *15* – check valve; *16* – normally open valves; *17* – suction pipe

Types of sprinklers used in crowded buildings

Name	Picture	Application area	Technical parameters	
Standard Operation Sprinkler	a) vertical installation	It is intended for use in automatic air and water fire extinguishing units, in any premises corresponding to the climatic performance B and category 3 according to GOST 15150-69	Operating pressure range:	0,05-1,00 MPa
			Protected area:	12 m^2
			Conditional outlet diameter:	8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16 mm

Table (continued)

Name	Picture	Application area	Technical parameters	
	b) outboard installation	It is intended for use in automatic water fire extinguishing installations, in any premises corresponding to the climatic performance B and category 3 according to GOST 15150-69	Operating pressure range:	0,05-1,00 MPa
			Protected area:	12 m^2
			Conditional outlet diameter	8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16 mm
Directional Sprinkler		Designed for uniform distribution of fire extinguishing agent over the protected area and is used to extinguish and localize fire class A and B. Sprinklers are used to protect the premises: libraries, museums, cinemas, shops, etc.	Operating pressure range:	0,6-1,6 MPa
			Protected area:	20 m^2
			Conditiona l outlet diameter:	7 mm
High pressure sprinkler		They are used for surface-volume fire extinguishing of classes A and B, in fire extinguishing units with high-pressure water mist 7-12 MPa. Sprayers are used to protect offices, hotels, museums, libraries, etc.	Operating pressure range:	7-12 MPa
			Protected area:	20 m^2
Horizontal water sprinkler		It is installed in automatic water fire extinguishing units and designed for spraying and distribution of water over the protected area in order to extinguish the fire, create water curtains, cooling of construction and technological structures.	Operating pressure range:	0,05-1,00 MPa
			Protected area:	12 m^2
			Conditional outlet diameter:	10, 12 mm
Sprinkler to create a fine stream		It is used to localize and extinguish class A fires, in areas where a large amount of fire extinguishing fluid can damage material assets.	Operating pressure range:	0,6-1,6 MPa
			Protected area:	9-16 m^2
			Conditional outlet diameter:	6, 7 mm

Table (continued)

Name	Picture	Application area	Technical parameters	
High-speed sprinkler	a) vertical installation b) outboard installation	Used for early detection and suppression of the fire source. It is used in high-rack warehouses with a rack height of up to 12.5 m, as well as for installation in rooms with a ceiling height of up to 20 m.	Operating pressure range:	0,1-1,2 MPa
			Protected area:	9,6 m^2
			Conditional outlet diameter:	17, 25 mm
Sprinkler for suspended ceilings (hidden)		It is designed for uniform distribution of the fire extinguishing agent over the protected area and is installed in suspended ceilings in rooms with high requirements for appearance (hotel halls, shopping centers, theater halls, etc.).	Operating pressure range:	0,05-1,00 MPa
			Protected area:	12 m^2
Dry Sprinkler	a) outlet "down" b) outlet "up" c) horizontal on the wall	It is used for localization and extinguishing fires in refrigerators and freezers.	Maximum working pressure:	1,2 MPa
			Triggered temperature:	57-182 °C

Table (continued)

Name	Picture	Application area	Technical parameters	
Warehouse Sprinkler	a) outlet "down" b) outlet "up" c) "Big drops"	It is used to protect warehouses with high-storage for early fire suppression without the use of in-rack sprinklers.	Operating pressure range:	0,1-1,0 MPa
			Protected area:	3 m^2
			Conditional outlet diameter:	12, 15 mm

Sprinkler automatic fire extinguishing is the most effective as a method of local fire fighting. To improve the efficiency of the installation, it is necessary to apply different types of sprinkler sprinklers depending on the application, type and category of buildings. The versatility, long service life, availability and safety of extinguishing agents, the reaction of only one sprinkler at a specific fire point prevents the intervention of fire brigades and most importantly, there is no harm to the life and health of people.

References

1. SP 5.13130.2009 Fire protection systems. Installation of fire alarm and fire extinguishing automatic. Design rules and regulations.

2. *Rutskaya, N.* Installation of automatic fire extinguishing (AUPT). – URL: http://fb.ru/article/210353/ustanovka-avtomaticheskogo-pojarotusheniya-aupt

3. Automatic fire extinguishing installations // Vuzlit – 2017 archive of student works. – URL: https://vuzlit.ru/158470/avtomaticheskie_ustanovki_ pozharotusheniya

4. Sprinkler installations // textarchive.ru. – URL: http://textarchive.ru/c-2907074-p34.html
5. *Dumilin, A. I.* Modern autonomous fire extinguishing installations. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-avtonomnye-ustanovki-pozharotusheniya
6. *Russkikh, D. V.* Alternative fire extinguishing system / *D. V. Russkikh, V. E. Tuev*. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/alternativnaya-sistema-pozharo-tusheniya
7. Water extinguishing // Copyright info@fire-sys.ru. – URL: http://www.fire-sys.ru/tyco/catalog-tyco/catalog_tyco_sprinklers/special_dry_sprinklers.html
8. Special sprinklers // www.ogneborets.com. – URL: http://www.ogneborets.com/tyco/orositeli-i-sessomuary/spetcialnye-orositeli

V. V. Muravev, DSc in Engineering, Professor, Head of PMIKD
E-mail: pmkk@istu.ru
K. A. Tapkov, Post-graduate, Lead Engineer
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Strain-Stress Modeling of Crack in a Rail

One of the most common reason of appearance of fatigue cracks in rails is high values of residual stresses. There is modeling process of such rail in the paper. In this model during the maximum loads and residual stresses maximum stresses can be 5.7 times more, than yield strength. It can cause quick grow of the crack. Also there is local maximum of stresses above the crack, and this place can be the birth-place of new fatigue cracks.

Keywords: rail; strain-stress state; crack; modeling; residual stresses.

Introduction

Safety of railway transport is more and more important now due to increasing of velocities and amount of trucking industry and passengers. Reliability of rails takes Important part for safety of the transport.

One of the controlled parameter in use is test rails on the existing cracks and its localization. According to the rail defect catalogue NTD/CP-2-93, crack in the top of the rail, which isn't situated on the edge of the rail, is a defect No 21.2. For R65 and R75 types of rails such defect is dangerous in case of localization such defects, which go over the vertical symmetry axis of rail. Such rails should be removed immediately.

In case if such crack doesn't reach the surface and the center of slice of the rail, according to NTD/CP-2-93 it is possible to install special pad on

© Muravev V. V., Tapkov K. A., 2019

the damaged place with four bolts. The middle of the pad have to be situated in the place of defect. Otherwise, in case if it isn't possible, such rail also have to be removed immediately. Holes for two middle bolts are absent to avoid expansion of the crack in bolt's direction.

Values of residual stresses in rail is one of the fact, which has influence on the crack growth speed [1–4]. In the areas of sharp cracks there is a concentration of stresses, that means here it will be quick expansion of defect and low amount of cycles till the destruction [5–8]. Residual stresses appears during the producing process, also they redistribute in use and rail install [9, 10].

Model Description

During the train load from the side of the rail wheel high values of contact stresses appear. Gravity force has direction down in vertical (F_z) which is illustrated on fig. 1. Maximum mass of rail wagon is 100 t. In this case static load on one wheel is nearly 123 kN. Area of contact has ellipse shape 12.5 mm in width and 9.5 mm length [11], so it's surface is 95 mm^2.

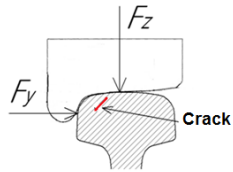


Fig. 1. Applied forces from the train wagon

Modeling process was made for straight parts of rail way, although there is side force on rail F_y from the wheel of the train in the moments of tripping-over wheel on rail with some angle. This force can be up to 66 kN [11], so it's influence is compared with influence of vertical load.

In modeling process there is a necessity to consider not only static, but dynamic load too. According to [12] summary values of dynamic forces is higher than static one in 2.6 times.

According to the results of modeling of residual stresses during producing of the rail [11–13], initial values of the stresses was – 77 MPa in head, – 125 MPa in the web, 106 in the bottom of the rail. Residual stresses was summed with thermal stresses [14].

Length of the crack was taken as 5 mm, this value was caused as minimum crack length, which ultrasonic device AVIKON-11 [15] can detect. Upper edge of the crack is situated in subsurface layer of the head of the rail on 3 mm depth, which is showed on fig. 1

Modeling of strain-stress state of the crack

Modeling process took place in program COMSOL Multiphysics. Analysis of the stresses was done by von Mises theory due to the fatigue type of the crack [16, 17] and complicated distribution of stresses in rail under the load. Strain stress modeling results of the head of the rail with crack in the moment of the train load is showed on fig. 2.

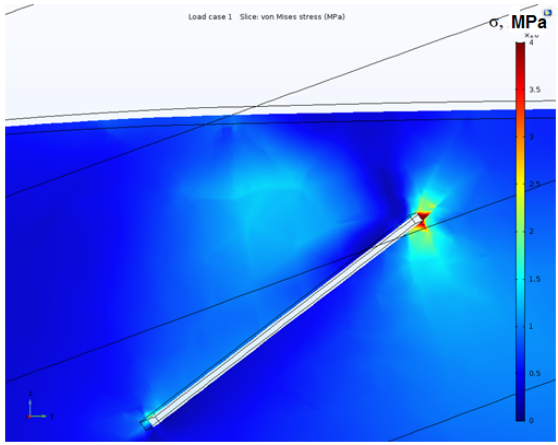


Fig. 2. Strain stress state of crack in the moment of train load

On the fig. 3 there is result of modeling strain stress state of the head of the rail in case of absence of the train load (but there are residual stresses).

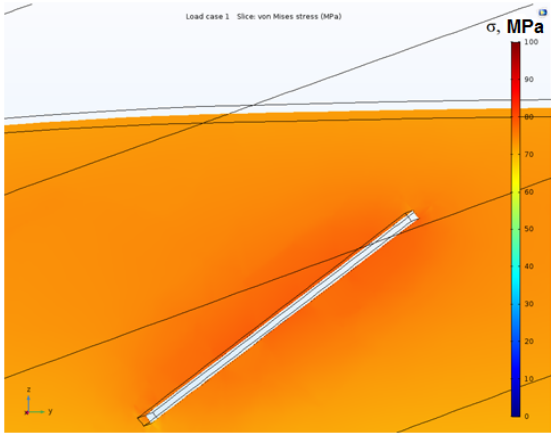


Fig. 3. Strain stress state of crack in the case of train load absence

Analysis of modeling results

For analysis values of the results are showed in the table.

Modeling values of the stresses

	Without train load	With train load
Stresses in vertical axis of symmetry in the head of the rail, MPa	75	700
Maximum stresses in the sharp edge of the crack, MPa	82	4540
Maximum stresses near the crack in direction to the surface, MPa	78	1346

According to table 1, in the area of sharp crack, in the area of sharp crack stresses is several times more, than yield stress (for rail hardening steel $\sigma_{0,2}$ = 800 MPa), so that will cause quick growth of the crack. Also, according to fig. 2, crack will grow in direction of the vertical symmetry axis if the rail, and won't go to the surface for a long time. In case if crack reaches this axis, rail have to be removed immediately, although there is no cracks on surface.

Also according to the table 1, stresses in the axis of the rail are rather close to the yield stress (800 MPa). This phenomenon can be appear due to the sum of critical residual stresses and maximum values of thermal stresses (in case of 50 °C down from the install temperature). Otherwise, the stresses will have smaller values.

Conclusion

1. In case of train load in area of sharp edge of the crack stresses can be several times more (up to 5.7) than yield stress. It will cause quick growth of the crack and breaking of the rail.

2. In case of absence of train load crack doesn't change the distribution structure of stresses, and has mostly the same values of the stresses in the edges. So, in this case, crack doesn't have influence of the strain stress state of the rail.

3. According to the figure of the stresses, crack growth will be in the direction from sharp edge of the rail to the vertical symmetry axis, not to the surface. So this defect couldn't be detected by eyes.

4. There is a local maximum of the stresses in the direction from crack to surface, so it can be a birthplace of new cracks.

References

1. *Khibnick, T. A*. Kinetic diagram of slow fatigue crack growth / T. A. Khibnick, Yu. I. Koltsoun // Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta im. Akademica S.P. Korolyova. – 2011. – No. 3 (27). – Pp. 110–116.

2. *Dobrovolsky, D. S.* [Stresses, Strains and Energies in areas of concentration under prolonged stretching of structural elements] / D. S. Dobrovolsky, V. I. Dobrovolsky, S. V. Dobrovolsky // Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova. – 2017. – No. 1. – Pp. 4–5.

3. Perspective technology of rail production for high speed and load railway transport / S. V. Khlyst [et al.] // Vestnik VNIIZHT. – 2013. – No. 6. – Pp. 14–20.

4. *Gromov, V. E*. Mikrostruktura zakalennogo relsa // Microstructure of hardened rails. – Novokuznetsk : Inter-Kuzbass Publ., 2014. – 213 p.

5. *Kogan, A. Ya*. Method of determining the lifetime of the balastless track / A. Ya. Kogan, A. V. Savin // Vestnik VNIIZHT. – 2017. – No. 1 (Vol. 76). – Pp. 3–9.

6. Svyaz spectra AE s processom ustalostnogo razvitija theshin v metallicheskih obrazcah / L. N. Stepanova [et al.] // [Correlation between acoustic emission signal spectre and process of fatigue crack growth in metal samples] // Kontrol', Diagnostika. – 1999. – No. 2. – Pp. 5–8.

7. *Ivanov, U. F.* Evolution of structural-phase states of the rails in process of long time using / U. F. Ivanov, V. E. Gromov, O. A. Peregudov // Izvestiya vishih uchebnih zavedenij. Chernaja Metallurgia. – 2015. – Vol. 58, No 4. – Pp. 262–267.

8. An Electromagnetic-Acoustic Method for Studying Stress-Strain States of Rails / V. V. Murav'ev [et al.] // Russian Journal of Nondestructive Testing. – 2016. – Vol. 52, No. 7. – Pp. 370–376.

9. *Pokrovsky, A. M.* Numerical Modeling of temperature and structural state of rail during its hardening / A. M. Pokrovsky, D. N. Tretyakov. Nauka i obrazovanie MGTU im. N. E. Baumana. Elektronnij zhurnal. – 2015. – No. 07. – Pp. 1–13.

10. Modeling of air-pressure hardening with use of heat of the stove for railway rails / K. V. Volkov [et al.] // Vestnik SibGIU. – 2014. – No. 3, vol. 9. – Pp. 17–23.

11. *Vorob'ev, A. A*. Research of the strain stress of contact area of wheel and rail / A. A. Vorob'ev, P. G. Sorokin // Novie materialy I tehnologii c mashinostroenii: sb. Nauch. Trudov. – Vol 3. – Bryansk : BGITA, 2004. – Pp. 8–18.

12. *Murav'ev, V. V*. On the Question of Monitoring Residual Stresses in Selectively Heat-Strengthened Rails / V. V. Murav'ev, K. A. Tapkov, S. V. Len'kov // Russian Journal of Non-destructive testing. – 2018. – Vol. 54. – Issue 10. – Pp 675–681.

13. Investigations of the structural and strain stress state of the rails of current production by the acoustic elastic method / V. V. Muravev [et al.] *// Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova*. – 2018. – No. 2. – Pp. 13–23.

14. *Tapkov, K. A*. Strain stress modeling of differential hardening rails // *Intellektualnie sistemy v proizvodstve*. – 2018. – No. 2. – Pp. 78–83.

15. *Markov, A. A*. Ultrazvukovaja defektoskopija relsov / A. A. Markov, D. A. Shpagin. – Saint Petersburg. Education – culture, 1999. – 236 p.

16. *Stepanova, L. N*. Research of strain-stress state of the rail by acoustoelasticity and tensometry / L. N. Stepanova, S. A. Beher, A. N. Kurbatov // Izvestija vuzov. Stroitel'stvo. – 2013. – No. 7. – Pp 103–109.

17. *Dobrovolsky, D. S.* The impact of notches of rods on stress intensity factors of circular cracks // Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova. – 2016. – No. 2. – Pp. 6–8.

O. Surkovky, Ing., PhD Student
Department of Forest Harvesting, Logistics and Amelioration
Technical University in Zvolen, Zvolen, Slovak Republic
Tel. (42145) 520-62-87, e-mail: surkovsky.ondrej@gmail.com
V. Stollmann, Doc. Ing. CSc. PhD., Associate Professor
Department of Forest Harvesting, Logistics and Amelioration,
Technical University in Zvolen, Zvolen, Slovak Republic

Alternative Fuel Kinds for Forestry Mechanisation

At the present time, many changes in powering vehicles and industrial mechanisation can be seen, for example electric drive, hydrogen fuel cells, biofuels and various combinations of fuels for combustion engines. That situation led us to start the research on this topic. This paper is aimed at methods, sensors and devices used in the research of our dissertation thesis focused on forestry mechanisation with new powering ways used. In particular, recuperation is the most interesting way to reduce fossil fuels consumption followed by using a hydrogen in the form of electrolysis gas.

Keywords: electrolysis gas; combustion; CI engine; advanced spark; H_2.

State of the art

Recent studies of alternative fuels for combustion engines also deals with hydrogen based gaseous fuels. Hydrogen (H_2) use was tested in many experiments as practically useable fuel in engines of various types. H_2 was used for combustion as mixture:

– H_2 and methane mixture 70/30 %, experiment feasibility, tested thermic characteristics are confirmed by mathematical model (KOSMADAKIS *et al.* 2016).

– Detonation timing change is necessary due to engine operational cycles. During H_2 combustion, engine brake effect decreases. It is necessary to change detonation timing at the level of 5 % H_2 content or higher. Standard timing will cause higher NO_x content (NITNAWARE-SURYAWANSHI 2016).

Most of studies was focused on combustion emission characteristics. Emission decrease was observed by many authors, for example:

– Experiments/observations of combustion engines using H_2, CNG, HCNG showed significantly lower smoke production and solid particles content in exhaust fumes compared with gasoline and diesel (SINGH *et al.* 2016).

© Surkovky O., Stollmann V., 2019

– H_2 and diesel combustion by diesel, combustion temperature determination based on NO_x content in exhaust fumes. NO_x content at the level of 16.7 % H_2 concentration in explosive charge was 914, 1208, 1,382 *ppm* (0.0914; 0.1208 and 0.1382 %) with 15 – 23 % accuracy (CHINTALA-SUBRAMANIAN 2016).

– 20–40 nm Zn nanoparticles enriched biodiesel produced significantly less NO_x emissions and provided higher performance (JAVED *et al.* 2016).

– After H_2 addition to ethanol fuel was reached HC, CO a CO_2 emissions reduction (AMROUCHE *et al.* 2016).

Fuel consumption was decreased by H_2 production during vehicle operating without storing – 0.79 l/100 km, CO – 13.6 % and HC emissions 70.8 % (JI *et al.* 2016).

Ventilation use at spaces surrounding pipelines and storage tanks with H_2 was shown as an effective solution for reducing and preventing accidents caused by H_2 concentrating at spaces surrounding engine (DADASHZADEH *et al.* 2016). Moreover, O2 and N_2 inert particles addition to H_2 allows to prevent detonation in H_2 pipeline from storage tanks and slows down H_2 detonation in combustion space (LIU *et al.* 2016).

For research purposes, following engine types were tested:

– Standard spark ignited (SI) gasoline OHC engine with modified carburettor with added H_2 injecting nozzle (SUN *et al.* 2016).

– Serial produced diesel engine with conversion for H_2, CNG, HCNG combustion and valve control OHC for combustion measurements and observations provided significantly less smoke production and solid particles content in exhaust fumes compared with gasoline and diesel (SINGH *et al.* 2016).

Direct H_2 combustion in HCCI engines is much easier alternative (BEDNÁŘ 2017).

Material and methods

Based on mentioned state of the art of the issue **Table: Engine specification (BOEL 2018**) only one source describing direct combustion of electrolysis gas (EG) was found, Therefore we decided for a detailed research on EG as an alternative fuel for forestry machinery.

One-cylinder SI engine with SV valve control was chosen as a basic material (Table). This engine type was selected because of its easy construction and spark ignition of explosive charge. Electrolyser powered with 12 V was chosen For EG production. Solution of 1 litre distilled water with 50 g KOH was used as electrolyte.

Engine specification (BOEL 2018)

Producer	BRIGGS&STRATTON
Type	675 Series
Fuel	95 octane gasoline
Number of cylinders	1
Cooling system	Air cooling with fan
Volume	190 cm^3
Revolutions	1200–3200
Valve control	SV
Greasing	Spray lubrication

Experimental static stand equipped with torque sensor MAGTROL SA which can measure torque with 0.1 NM accuracy, type TMHS 308/111, serial number E – 0573 was used for engine and sensor support. Measurement is performed by scanning of thinned part of sensor inner axle. Furthermore, the stand is equipped with heavy-duty brake, which in cooperation with sensor MAGTROL SA allowed us to measure torque. This brake was controlled by electro-pneumatic valve. Several sensors (Fig. 1) set on the engine and stand were used as the additional equipment.

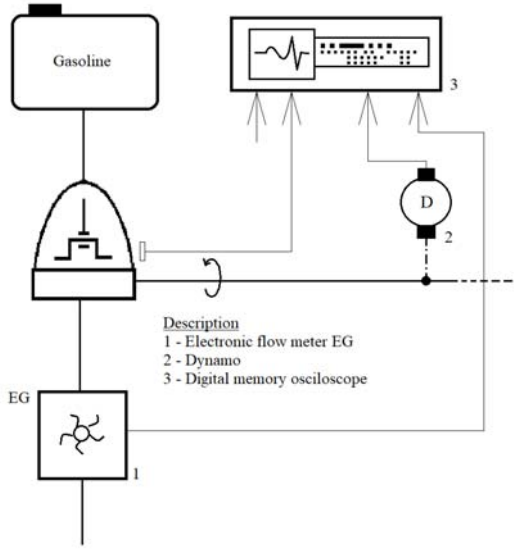


Fig. 1. Sensors connection with digital memory oscilloscope

It will be mentioned below. For power supplies, measuring devices and electrolyser, mobile stand (Fig. 2) equipped with EG processing devices (sedimenter, dryer), flow meter, digital memory oscilloscope and measuring cylinder (as a fuel tank) was used.

Fig. 2. Mobile stand

Experiments were designed to determine optimal EG content in air sucked by engine and consequently burned with gasoline in engine combustion space. As the main indicators for EG content in explosive charge will be used:

– Torque sensor MAGTROL SA. Due to our research, we can predict that engine performance will increase.

– Induction sensor signal combined with dynamo signal (Producer – MEZ Náchod, type K4A2, serial number 28 053/89, revolution maximum of 5000 rev·min^{-1}, output 2 V analogue signal of 1000 rev·min^{-1}. Engine flywheel was equipped with two masks set to upper and lower deadlock of crankshaft. Consequently, induction sensor will split dynamo signal to each

engine operational phases. Mentioned phases will be compared and will result in acceleration or deceleration of engine. The fact, whether advanced spark is optimal for pre-set mixture of explosive charge will be observed.

– Float flow meter (A/M 120 (1), measure volume of 0.3 – 3 $l \cdot min^{-1}$, accuracy of 0.1 $l \cdot min^{-1}$, at the pressure of 1.01 MPa and temperature 20 °C, producer IN-ECO, serial number BC-59005) EG and glass measuring cylinder split to 5 ml will be used for fuel consumption measuring.

– Device for advanced spark setting. We will use ignition set for SI engines powered with 12 V and 5 A combined with semiconducive control unit. This unit will allow us to set spark advance to time earlier or later as the time set by the producer. Incremental encoder with 360 impulses at 1 revolution allowing us to change spark advance in degrees will be used to determine exact crankshaft position.

This paper was processed within the KEGA project The Ministry of Education, Science, Education and Sport of the Slovak Republic No. 007TUZ-4/2019.

References

1. *Amrouche, F. Erickson*. An experimental evaluation of ultra-lean burn capability of a hydrogen-enriched ethanol-fuelled Wankel engine at full load condition / F. Erickson Amrouche, P. A. Park, J. W. Varnhagen // International journal of hydrogen energy. – 2016. – Year 41. Vol. 42. – P. 19231–19242.

2. *Bednář, M*. Mazda jako první nabídne "diesel na benzin", obejde downsizing, turba // In Auto forum.cz. – URL: Available on: http://www.autoforum.cz/technika/mazda-jako-prvni-nabidne-diesel-na-benzin-obejde-downsizing-turba/

3. Boel, záhradná, komunálna a lesná technika. Motor Briggs & Stratton 675 Series. – URL: http://www.boel.sk/kategori a/nahra dnediely/motory /motor-briggs-stratton-675-series/

4. *Dadashzadeh, M. Ahmad*. Dispersion modelling and analysis of hydrogen fuel gas released in an enclised area: A CFD-based approach / M. Ahmad Dadashzadeh, A. Khan // Fuel. – 2016. Year 46. – Vol. 184. Issue 22. – P. 192–201.

5. *Chintala, V*. 2016. CFD analysis on effect of localized in-cylinder temperature on nitric oxide (NO) emissions in a compression ignitio engine under hydrogen-diesel dual fuel mode / V. Chintala K. A. Subramanian // Energy. – 2016. – Year 32. Vol. 116. Issue 23. – P. 470–488. First part.

6. Effect of a zinc oxide nanoparticle fuel additive on the emission reduction of a hydrogen dual-fuelled engine with jatropha methyl ester biodiesel blends / S. Javed // Journal of cleaner production. – 2016. – Vol. 137. – P. 490–506.

7. Enhancing the fuel economy and emissions performance of a gasoline engine-powered vehicle with idle elimination and hydrogen start / CW. Ji // Applied energy. – 2016. – Vol. 182. – P. 135–144.

8. *Kosmadakis, G. M.* 2016. Methane/hydrogen fueling a spark ignition engine for studying NO, CO and HC emissions with a research CFD code / *G. M. Kosmadakis*, D. C. Rakopopulos, C. D. Rakopopulos // Fuel. – 2016. – Year 46. Vol. 185. Issue 23. – P. 903–915.

9. *Liu, Y.* 2016. Numerical investigation of hydrogen detonation suppression with particle in pipelines / Y. Liu, XT. Liu, XQ. Li // International journal of hydrogen energy. – 2016. – Vol. 41. Issue 46. – P. 21548–21563.

10. *Nitnaware, P. T.* Effects of equal spark timing on performance, emission and combustion characteristics of SI engine using hydrogen and CNG blends / P. T. Nitnaware, J. G. Suryawanshi // Journal of the Brazilian society of mechanical sciences and engineering. – 2016. Year 38. – Vol. 8. – Page 2245–2253.

11. *Singh, A. P.* Comparative particulate characteristics of hydrogen, CNG, HCNG, gasoline and diesel fueled engines / A. P. Singh, A. Pal, A. K. Agarwal // Fuel. – 2016. Year 46. – Vol. 185. Issue 23. – P. 491–499.

12. *Sun, Y.* Effects of direct injection on particle number emissions from a lean burn gasoline engine / Y. Sun, XM. Yu, LL. Jiang // International journal of Hydrogen energy. – 2016. – Year 41. – Vol. 41. – P. 18631–18640.

Б. Г. Ибрагимов, доктор технических наук, профессор кафедры
«Телекоммуникационные системы и информационная безопасность»
Тел. (99470) 649-07-79, e-mail: i.bayram@mail.ru
Э. М. Джафарова, соискатель кафедры
«Телекоммуникационные системы и информационная безопасность»
Азербайджанский технический университет
E-mail: elnara.axadova@mail.ru

Анализ методов информационной безопасности в системах телекоммуникаций с использованием квантовой криптографии

Проанализированы методы, алгоритмы и принципы работы квантовой криптографии для защиты информации от несанкционированного доступа в системах телекоммуникаций, использующих волоконно-оптические линии связи (ВОЛС). Рассмотрены система распределения ключей и протоколы в системе квантовой криптографии в оптических телекоммуникационных системах.

Ключевые слова: квантовая криптография; протокол; квантовый ключ; волоконно-оптическая линия связи.

Для предоставления широкого спектра мультимедийных услуг в системе телекоммуникации с использованием волоконно-оптических линий связи необходимо обеспечивать возможность непрерывного функционирования мультисервисной сети общего пользования и безопасность передачи неоднородного трафика [1, 2]. Учитывая распределенную архитектуру сетей следующего поколения (*Next Generation Network*, *NGN*), при которой атаки могут совершаться в различных точках на границах сети, приходится преодолевать технические сложности в обеспечении безопасности таких систем.

Следует отметить, что по оценкам отечественных и зарубежных специалистов значительная часть используемых линий по общедоступным каналам электросвязи – это ВОЛС. Задачи защиты мультисервисной сети, использующей ВОЛС в системе телекоммуникации, занимают одно из ведущих мест в решении общей проблемы информационной безопасности.

© Ибрагимов Б. Г., Джафарова Э. М., 2019

Однако в системе телекоммуникаций в настоящее время широко используются различные методы связи: проводные линии связи, сотовая связь, спутниковая связь, волоконно-оптические линии связи и др. Абонентские и сетевые пользователи ежедневно пользуются широким спектром услуг телекоммуникаций, которые необходимо обеспечивать защитой от угрозы для безопасности передаваемой информации.

В современных системах телекоммуникаций на базе *NGN* используются различные способы шифрования, математические алгоритмы и эффективные сетевые кодирования для сохранения и защиты передаваемого трафика [2].

На основе анализа работы об угрозах безопасности в Интернете за 2015 г. [1, 3] установлено, что количество направленных атак на персональные данные возросло за прошлый год на 91 %, и более 550 миллионов пользователей стали их жертвами. Поэтому в последние годы разрабатывается новые и эффективные методы и алгоритмы защиты информации от несанкционированного доступа к абонентским и сетевым линиям связи.

В системах телекоммуникаций широко используются криптографические системы защиты от несанкционированного доступа [2, 3]. Последние основаны на использовании криптографических ключей и бывают двух видов – симметричные и несимметричные. В симметричных криптосистемах отправитель и адресат-получатель сообщения используют один и тот же секретный ключ. В несимметричных криптосистемах используются два ключа: один – открытый, для зашифрования – использует отправитель, второй – закрытый, для расшифрования – использует получатель.

В работах [1–3] рассмотрены криптографические методы и алгоритмы защиты информации от несанкционированного доступа и выявлены их криптостойкости. В [2, 3] определено, что на данном этапе развития и использования криптографических методов защиты информации не обеспечивается защита передаваемой информации в полной мере.

На основе исследования работ [2, 3] установлено, что одним из важных и перспективных методов и алгоритмов криптографии являются принципы квантовой криптографии (КК).

Проведенные исследования и анализ показывают, что тематике КК посвящено большое число популярных статей, оригинальных работ, монографий, обзоров [1–5].

В данной работе рассматривается решение задачи исследования и анализ методов информационной безопасности в системах телекоммуникаций с использованием квантовой криптографии.

Проблема обеспечения защищенности при передаче информации формулируется как проблема распределения секретного ключа между двумя удаленными пользователями [1]. У пользователей формируется одинаковый набор бит, который используется в качестве криптографического ключа. Для реализации абсолютной секретности необходимо соблюдение известных условий: ключ может быть использован только один раз, ключ должен быть случайным, его длина должна быть больше или равна длине кодируемого сообщения [2, 4].

Известно [3, 5], что защищенность классических криптографических методов базируется на математических закономерностях и теоретически ограничивается вычислительными возможностями злоумышленника.

Физическим решением проблемы обеспечения секретности при распределении ключа является использование принципов КК [3, 4].

Квантовая криптография базируется на квантовых сетях, квантовая сеть – это информационная и телекоммукационная сеть, которая защищает передаваемую информацию неоднородного трафика с использованием фундаментальных законов квантовой механики. Последнее является практической реализацией так называемой квантовой криптографии.

Квантовая криптография – метод и алгоритм защиты информации в мультисервисных сетях связи с использованием ВОЛС, основанный на принципах квантовой физики [1, 3].

В отличие от традиционной криптографии, использующей математические методы для обеспечения секретности передаваемой информации, квантовая криптография сосредоточена на физике, рассматривая случаи, когда информация переносится с помощью объектов квантовой механики.

Процесс отправки и приема сообщений неоднородного трафика всегда выполняется физическими средствами, например, при помощи электронов в электрическом сигнале и фотонов в линиях волоконно-оптической связи. При этом подслушивание может рассматриваться как изменение определенных параметров физических объектов – в данном случае переносчиков информации.

Для достижения поставленной задачи анализируется методы, алгоритмы и принципы работы КК для защиты информации от несанкционированного доступа в системе связи, использующей ВОЛС.

Теперь рассмотрим сущность работы криптоключей в системе квантовой криптографии в ВОЛС. В системе КК почти все коллизии в ключах. В квантовой криптографии криптоключи распределяются двояко [3, 4]: либо с участием центра распределения ключей, либо

прямым обменом между пользователями. Криптоключи должны распределяться или ими можно обмениваться по каналу связи безопасным способом.

В системе побочный продукт разработки квантового компьютера, использующий параллелизм квантовых вычислений, – квантовая криптография, которая могла произвести на свет новый алгоритм шифрования генерацией секретного ключа. При этом алгоритм основной строительной единицей квантовой криптографии является кубит (*qubit*, *Quantum Bit*).

Классический бит имеет, как известно, лишь два состояния – 0 и 1, тогда как множество состояний кубита значительно больше. Это означает, что кубит в одну единицу времени равен и 0 и 1, а классический бит в ту же единицу времени равен либо 0, либо 1. Например, если квантовая память состоит из двух кубитов, то параллельно работают со всеми ее возможными состояниями: 00, 01, 10, 11. За счет возможности параллельной работы с большим числом вариантов квантовому компьютеру необходимо гораздо меньше времени для решения задач определенного класса.

Рассматриваемый алгоритм генерации секретного ключа основан на технологии квантовой криптографии, которую целесообразно применять в системах телекоммуникации, использующих ВОЛС.

Следовательно, бурное развитие квантовой технологии для создания эффективного секретного ключа и волоконно-оптических линий связи привело к появлению квантово-криптографических систем. Они являются предельным случаем защищенных ВОЛС.

Использование квантовой механики для защиты информации позволяет получать результаты, недостижимые как техническими методами защиты ВОЛС, так и традиционными методами математической криптографии. Защита информации такого класса применяется в ограниченном количестве в основном для защиты наиболее критичных с точки зрения обеспечения безопасности систем телекоммуникаций на базе ВОЛС.

Проведенный анализ показал [3], что в квантовой криптографии выделились два основных направления развития систем распределения ключей. Первое направление основано на кодировании квантового состояния одиночной частицы и базируется на принципе невозможности различить абсолютно надежно два неортогональных квантовых состояния.

Произвольное состояние любой двухуровневой квантово-механической системы можно представить в виде линейной суперпозиции [4]: $\left|\chi_{kk}\right\rangle = \alpha\left|0\right\rangle + \beta\left|1\right\rangle$ ее собственных состояний $\left|0\right\rangle$ и $\left|1\right\rangle$ с комплекс-

ными коэффициентами α и β, причем $\left|\alpha^2\right|+\left|\beta^2\right|=1$. Здесь базовые принципы этих двух направлений легли в основу разработки всех протоколов квантового распределения ключей.

Существует множество протоколов квантовой криптографии, основанные на передаче сообщения посредством кодирования в состояниях одиночных фотонов как BB84, B92 так и BB84 с шестью состояниями, Гольденберга – Вайдмана, Коаши – Имото, а также их модификации [4]. Единственным протоколом, разработанным для кодирования информации в спутанных состояниях, является E91 [5].

Следует отметить, что различные протоколы квантовой криптографии требуют построения сложных схем обработки сигналов, что удобно реализовать на основе единой интегральной схемы [5]. Решение проблемы систем распределения ключей и протоколы в системе КК на элементной базе современной волоконной оптики пока является сложной задачей.

Предположим, обмен сообщений происходит открытым каналом связи. При этом сырой квантовый ключ генерируется одновременно в передающем (Алиса, А) и принимающем модулях (Боб, Б). В системе передачи кодирование производится с помощью кода $b\{0,1\}$. Для сырого ключа можно определить коэффициент ошибок $QBER(b)$.

В случае одобрения объявленное подмножество из K бит удаляется из сырового варианта ключа, и одобренный ключ длиной $N-K$ бит подвергается процедура согласования.

Допустим, все биты совпадают, получаем подтвержденный согласованный ключ, который уже может рассматриваться как ключ, годный для совместного использования с вероятностью

$$QBER(b)=1-2^{L},\ L=N-K,\ N>K. \qquad (1)$$

Выражение (1) характеризует оценки ошибки при уточнении сырого варианта ключа путем обмена определенными передаваемыми сообщениями по открытому каналу А и Б, который позволяет получить вариант ключа, годный для совместного использования.

Следовательно, в работе [1, 5] установлено, что с целью достижения допустимой точности и надежности формирования итогового секретного ключа необходимо использовать полностью случайный ключ.

Предположим, на основе (1) определено, что он является все-таки не полностью секретным ключом – тогда он может быть подвергнут процедуре усиления секретности.

Для усиления секретности ключа, Алиса объявляет Бобу описание случайно выбранной хэш-функции f из некоторого класса F, которая потом может быть использована к подтвержденному согласованному ключу для получения итогового полностью случайного ключа:

$$Y_f = f(Y_A) = f(Y_B),\ b = \{0,1\}^{N-K}, \qquad (2)$$

где Y_A и Y_B – частично секретные последовательности $\{0,1\}^{N-K}$, полученные после подтверждения правильности согласованного ключа.

Выражения (2) являются определенной процедурой, которая в принципе позволяет получить статистически секретный ключ.

На основе полученных выражений (1) и (2) Алиса и Боб получают идентичные последовательности, которые и являются секретным ключом, с помощью которого они могут шифровать и дешифровать секретную сообщению и обмениваться ею, используя незащищенный от прослушивания канал связи.

В системе телекоммуникации на базе ВОЛС с использованием КК, важными направлениями является система с квантовой передачей секретного ключа.

В системах КК в настоящее время используют три вида кодирования квантовых состояний, которые обеспечивают типовые структуры квантовых систем распределения ключей. Они являются следующими [4, 5]:

– структура системы с поляризационным кодированием, работающая по протоколу BB84;

– структура системы с фазовым кодированием, работающая по E91;

– структура системы с временным кодированием временными сдвигами, работающая по протоколом BB84 и B92.

В докладе представлена методика расчета эффективности защиты информации ВОЛС в системах телекоммуникаций с использованием КК, а также проанализированы основные направление развития систем квантового распределения ключей.

Список литературы

1. *Хромова, О. Д.* Анализ перспектив квантовых коммуникаций // Труды международной НТК «Телекоммуникационные и вычислительные системы». М. : Горячая линия – Телеком, 2017. – С. 73–76.

2. *Ibrahimov, B. G.* Cryptographic methods and means protection transmitted information in telecommunication systems / B. G. Ibrahimov, R. T. Humbatov, R. F. Ibrahimov // International Journal of Electronics & Communication. – 2018. – Vol. 6, Iss. 4. – Pp. 16–20.

3. Quantum Cryptography / Gisin N. [et al.] // Reviews of Modern Physics. – 2002. – 74. – Pp.1 45–195.

4. *Чивилихин, С. А*. Квантовая информатика. – СПб. : СПбГУ ИТМО, 2009. – 80 с.

5. *Молотков, С*. Квантовая криптография и теоремы В. А. Котельникова об одноразовых ключах и об отсчетах // УФН. – 2006. – Т. 176, № 7. – С. 70–84.

А. Н. Копысов, кандидат технических наук, доцент,
зав. кафедрой «Радиотехника»
E-mail: kan_kan@istu.ru
М. Л. Никитин, аспирант, старший преподаватель кафедры «Радиотехника»
E-mail: nml@istu.ru
В. В. Хворенков, доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Радиотехника»
И. З. Климов, доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Радиотехника»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 59-25-10

К исследованию способов повышения помехоустойчивости широкополосных сигналов в мобильных сетях широкого применения*

Рассмотрены методы расширения спектра сигналов, применимые для создания физического и канального уровня сетей связи при проектировании и создании сетей и систем мобильной связи, например, групп беспилотных летательных аппаратов. Рассматриваемые в статье методы позволяют создавать в широкополосных сигналах с прямым расширением спектра псевдослучайную последовательность путем замены фазовой манипуляции на биортогональные вейвлет-функции с использованием сигнального вектора, а также произведения биортогональной вейвлет-функции с сигналом линейной частотной модуляции. По результатам исследования полученных сигналов можно сделать вывод, что путем замены фазовой манипуляции достигается увеличение ширины полосы основного лепестка в 7 раз, причем за счет увеличения или уменьшения скорости изменения частоты в сигнале с линейной частотной модуляцией возможно дополнительное расширение или сужение полосы сигнала. Рассмотренные сигналы могут применяться для расширения спектра уже существующих широкополосных конструкций, в которых применена фазовая манипуляция, при этом структура сигнала не требует изменений.

© Копысов А. Н., Никитин М. Л., Хворенков В. В., Климов И. З., 2019

* Исследование выполнено в рамках проекта №11.04.01/18КАН.

Ключевые слова: расширение спектра; псевдослучайная последовательность; широкополосный сигнал; биортогональная вейвлет-функция.

В настоящее время активно развивается направление, связанное с созданием сетей и систем мобильной связи, на базе группы беспилотных летательных аппаратов. При этом исследование и разработка способов повышения помехоустойчивости сигналов является актуальной задачей, что, в свою очередь, позволяет использовать для их передачи менее мощный передатчик и достигать лучшей энергетической скрытности сигнала при сохранении качества связи. Одним из факторов, влияющих на помехоустойчивость, можно назвать увеличение базы сигнала, которая определяется произведением ширины полосы сигнала и его длительности. При этом повышение помехоустойчивости прямо пропорционально увеличению ширины полосы сигнала.

Так, из литературы [1] известен способ формирования фазоманипулированных сигналов в помехозащищенных системах, в котором используются кодовые бинарные псевдослучайные последовательности (ПСП) для модуляции несущей частоты. При этом элементу последовательности с нулевым значением соответствует отрезок синусоидального колебания с начальной фазой, равной нулю градусов, а элементу со значением «1» соответствует отрезок синусоидального колебания с начальной фазой 180 градусов. Данный метод применен в работах [2, 3] для формирования помехоустойчивых сигнальных конструкций, где для передачи информации использовался алфавит ПСП. Недостатком данного способа является использование в качестве модулирующего сигнала фазовой манипуляции, неоптимальной с точки зрения энергетической эффективности. В работе [4] предложен способ повышения помехоустойчивости сигнала путем увеличения ширины полосы сигнала за счет применения для модуляции ПСП биортогональных вейвлет функций (БВФ), что позволяет расширить спектр сигнала в 3,5 раза относительно фазовой манипуляции. Недостатком такого метода является ограничение ширины частотного диапазона за счет фиксированной длительности БВФ и сравнительно низкая энергетическая эффективность БВФ из-за больших флуктуаций их амплитуды. В следующих работах предложены способы модуляции ПСП, позволяющие увеличить ширину полосы сигнала в 2 раза по сравнению с методом модуляции БВФ. В работе группы авторов [5] предложен способ модуляции псевдослучайной последовательности с использованием сигнального вектора, выбранного из набора собственных векторов матрицы.

Анализ исходных данных и алгоритмов, широко представленных в литературе, позволило авторам статьи организовать в рамках пред-

метных практик магистрантов анализ и представить в исследовательской работе аспиранта способ расширения спектра, позволяющий существенно повысить помехоустойчивость сигнала и сохранить качество связи при снижении энергетических затрат при их передаче.

Для достижения цели исследования перед магистрантами и аспирантами были поставлены следующие задачи:

– сравнение способов расширения спектра с точки зрения увеличения помехоустойчивости;

– выбор способа расширения спектра для использования в сигнально-кодовых конструкциях;

– оценка перспективы использования выбранного способа расширения спектра, при дальнейшем увеличении помехоустойчивости.

В рамках исследований было установлено, что одним из подходов рассмотрения методов повышения помехоустойчивости может быть способ, состоящий в сравнении величины расширения спектра. При этом ожидается, что расширение спектра в N раз приведет к повышению помехоустойчивости соответственно в N раз. Данное предположение подтверждается экспериментальными данными в работе [3].

Анализ величины расширения спектра, используя методы, приведенные в работах [5, 6], предполагает увеличение полосы сигнала в 7 и более раз по сравнению с использованием фазовой манипуляции для модуляции сигнала. В качестве метода получения результата используем графики спектра синтезированного сигнала [4–6] представленные на рис. 1–4. При этом ширина спектра сформированного сигнала определялась по ширине основного лепестка.

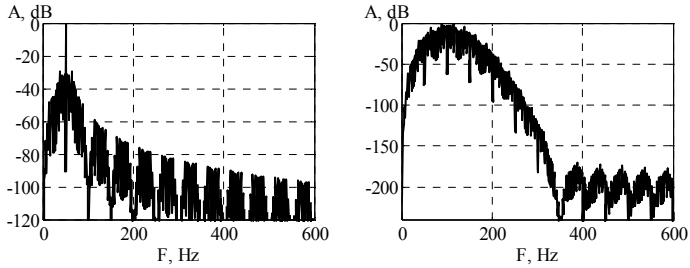


Рис. 1. Спектр фазоманипулированного сигнала и модулированного БВФ

Графики, представленные на рис. 1, показывают, что применение БВФ для модуляции вместо фазоманипулированного сигнала позволяет увеличить полосу в 3,5 раза, что соответственно приведет к увеличению помехоустойчивости.

Графики на рис. 2 отражают увеличение полосы сигнала в 2 раза относительно применения БВФ, что позволяет получить суммарный выигрыш в 7 раз по сравнению с фазоманипулированным сигналом.

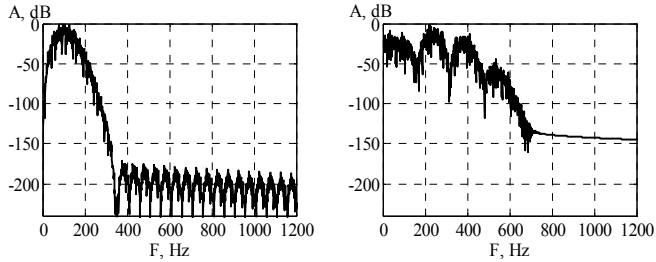


Рис. 2. Спектр сигнала, модулированного БВФ и сигнальным вектором

Графики на рис. 3 отражают увеличение спектра сигнала в 2 раза при применении БВФ с ЛЧМ относительно применения БВФ без ЛЧМ. Анализ рассмотренных способов показал, что использование модуляции ПСП сигнальным вектором или БВФ с ЛЧМ вместо фазовой манипуляции позволяет увеличить ширину спектра в 7 раз, однако последний способ, как отмечается в работе [6], позволяет варьировать изменение полосы в некотором диапазоне за счет увеличения или уменьшения скорости изменения частоты ЛЧМ сигнала. Таким образом, способ формирования широкополосного сигнала с использованием БВФ и ЛЧМ сигнала является предпочтительным с точки зрения возможности изменения коэффициента расширения спектра.

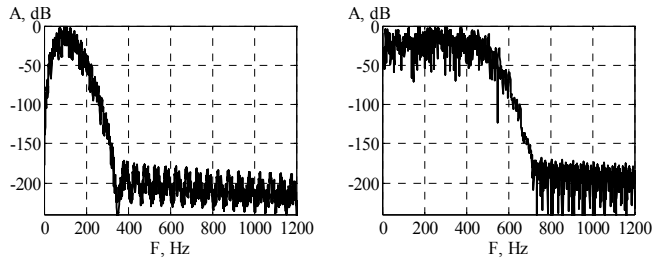


Рис. 3. Спектр сигнала, модулированного БВФ и произведением БВФ и ЛЧМ сигнала

Проведенные исследования позволяют сделать ряд выводов и оценить эффективность применения предметно-ориентированных работ, выполняемых магистрами.

Во-первых, модуляция ПСП БВФ с ЛЧМ вместо двоичной фазовой манипуляции применительно к работам [2, 3] позволяет, не изменяя структуру сигнала, увеличить его полосу в 7 и более раз. Во-вторых, увеличение полосы сигнала приведет к увеличению его помехоустойчивости, а также улучшению энергетической эффективности. В-третьих, лучшая помехоустойчивость сигнала позволит уменьшить мощность передатчика без ухудшения качества передачи относительно сигнальной конструкции с фазовой манипуляцией.

Практическое применение полученных в рамках исследования результатов находит отражение в построении систем цифровой передачи информации [8, 9] и организации радиосвязи различных диапазонов в труднодоступных зонах с использованием беспилотных летательных аппаратов.

Список литературы

1. *Варакин, Л. Е*. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М. : Радио и связь, 1985. – 384 с.

2. Методы синтеза составных частотно-временных сигналов / М. Л. Никитин [и др.] // Вестн. ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2015. – № 3(67). – С. 93–97.

3. *Никитин, М. Л.* Оценка помехоустойчивости широкополосных сигналов, построенных на базе фазоманипулированных частотно-временных сигналов. / М. Л. Никитин, А. Н. Копысов, М. М. Марков // Измерения, контроль и диагностика – 2014 : сб. материалов III Всерос. науч.-техн. конф. студ., асп. и молодых ученых ; гл. ред. В. В. Муравьев. – Ижевск, 2014. – С. 218–223.

3. Пат. 2412551 Российская Федерация, МПК H 04 L 27/18. Способ формирования помехоустойчивых сигналов / Анжина В. А., Кузовников А. В., Кухтин В. К. и др.; патентообладатель ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва». – № 2009105963/09; заявл. 19.02.2009; опубл. 20.02.2011.

4. Пат. 2579759 Российская Федерация, МПК H 04 K 1/00. Способ формирования помехоустойчивых широкополосных сигналов / Жиляков Е. Г., Белов С. П., Ушаков Д. И. Старовойт И. А.; патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет». – № 2015110495/07; заявл. 25.03.2015; опубл. 10.04.2016.

5. Пат. 2578677 Российская Федерация, МПК H 04 L 27/22. Способ формирования помехоустойчивых радиосигналов / Дворников С. В., Дворников С. С., Кислицина Е. К. и др.; патентообладатель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного» Министерства обороны Российской Федерации. – № 2014147282/07; заявл. 24.11.2014; опубл. 27.03.2016.

6. *Кайсина И. А., Васильев Д. С., Абилов А. В*. Анализ эффективности протоколов маршрутизации OLSR и AODV в летающей сети FANET // Вестн. ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2017. – Т. 20. № 1. – С. 87–90.

7. Тестовый стенд для экспериментальных исследований качества связи в мобильных самоорганизующихся сетях / И. А. Кайсина [и др.] // Вестн. ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2018. – Т. 21 № 1. – С. 89–93.

8. *Климов, И. З*. Принципы построения эффективной системы передачи цифровой информации в КВ-диапазоне / И. З. Климов, А. Н. Копысов, И. С. Батурин // Радиотехника, электроника и связь (РЭИС-2015) : сб. материалов III Междунар. науч.-техн. конф. – Омск, 2015. – С. 119–126.

9. Комплекс КВ-, УКВ-радиосвязи для применения в труднодоступных зонах / А. Н. Копысов [и др.] // Радиотехника, электроника и связь (РЭИС-2015) : сб. материалов III Междунар. науч.-техн. конф. – Омск, 2015. – С. 114–118.

Е. С. Трифонова, аспирант
Кафедра «Конструирование радиоэлектронной аппаратуры»
В. А. Глушков, кандидат технических наук,
зав. кафедрой «Конструирование радиоэлектронной аппаратуры»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 1194, e-mail: Vladimir.Glushkov@gmail.com

Концепт распределенной автоматизированной системы генерации и потребления ЭЭ с механическим накопителем энергии и его оценка в условиях РФ

Статья описывает концепт системы генерации и потребления ЭЭ, особенностью которого является возможность внедрения в централизованную энергосистему объектов генерации на основе ВИЭ. Предлагается использование нового механического накопителя ЭЭ. Рассматриваются законодательные нормы РФ в данной области. Дальнейшая проработка концепта и создание рабочей модели – предмет дальнейших исследований.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии; гравитационная башня; механический накопитель электрической энергии; микрогенерация; просьюмьер; энергоснабжение.

Введение

Ежегодно увеличивается доля электроэнергии (ЭЭ) от возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Например, суммарная мощность ВИЭ за десятилетие с 2007 по 2017 г. выросла более чем в два раза. А в 2017 г. на долю ВИЭ приходилось около 70 % чистого прироста

© Трифонова Е. С., Глушков В. А., 2019

суммарной мощности. Сейчас суммарная мощность ВИЭ в мире составляет более 2ТВт (рис. 1). Причем в конце 2017 г. на ВИЭ приходилось 26,5 %.

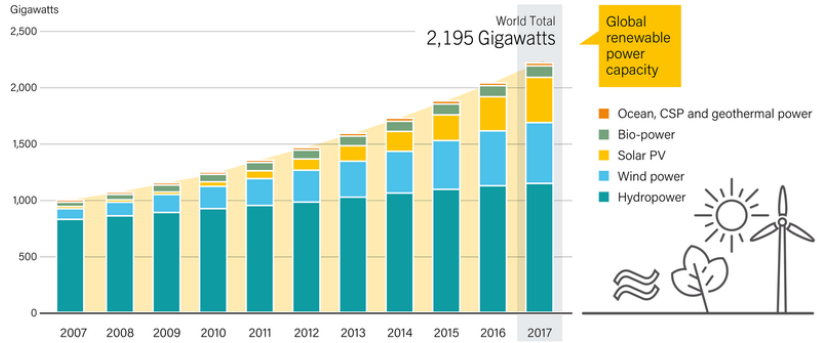


Рис. 1. Суммарная мощность ВИЭ в мире [1]

Постоянный рост мощности и расширение географии ВИЭ обусловлен целым рядом факторов, в том числе рост спроса на ЭЭ в некоторых странах, целевыми механизмами поддержки использования ВИЭ и, конечно, постоянно продолжающей снижаться стоимостью. К примеру, суммарная средневзвешенная нормированная стоимость ЭЭ от фотовольтаических солнечных систем в период с 2010 по 2017 г. упала на 73 % [1].

Вследствие несовпадения часов пик генерации ЭЭ от ВИЭ, а также их непостоянства и часов пик потребления мощности появляется необходимость в маневровой ЭЭ, т. е. которую можно отдавать в сеть и прекращать ее подачу за минуты. Как известно, работа в маневровом режиме для всех существующих типов электростанций неудобна как в плане организации автоматизации процесса, так и в экономическом плане. Поэтому в условиях централизованного энергоснабжения для введения в сеть мощностей от ВИЭ можно использовать электросеть в качестве накопителя ЭЭ. Но даже при этом необходимо аккумулировать ЭЭ для исключения дефицита ЭЭ у потребителей и, в том числе по причине невозможности мгновенного запуска электростанций (ЭС) [2].

В связи с вышесказанным проблема использования электросети как накопителя ЭЭ заключается во внедрении каких-либо мгновенно регулируемых мощностей в энергосистему, либо в создании системы грамотного распределения ЭЭ с использованием накопителя ЭЭ [3].

Следовательно, на данный момент существует лишь один выход – аккумулировать ЭЭ.

Как известно, химические аккумуляторные батареи – это отличный выход из ситуации, если необходимо аккумулировать ЭЭ локально и в малых количествах. Если речь идет об условиях централизованного энергоснабжения, то данный вариант нецелесообразен по ряду причин, например:

– высокая стоимость;

– необходимость в обеспечении условий пожаро- и взрывозащищенности;

– ограниченный срок службы, ведущий к повышению стоимости.

В качестве более целесообразного варианта накопителя ЭЭ предлагается использовать механическую систему – «умные» гравитационные башни, использующие потенциальную энергию. Они представляют собой программно-управляемые комплексы шестистрельных больших кранов (около 120 метров в высоту) и закрепленных на них 35-тонных бетонных блоков (рис. 2). Электроэнергия сохраняется на долгий срок, причем КПД обещают до 80–90 %, общую запасаемую емкость от 10 до 35 МВт · ч, а выходную мощность – до 5 МВт (до 43,8 ГВт · ч в год). При этом срок службы превышает 30 лет, что гораздо больше, чем у химических аккумуляторных батарей.

Рис. 2. Механический накопитель ЭЭ с разным уровнем зарядки:
т полностью заряженного (слева) до полностью разряженного (справа) [4]

Невысокая стоимость башни обусловлена тем, что блоки будут изготавливаться в основном из переработанной каменно-бетонной смеси, а также из стальной опорной плиты и высокопрочного бетона.

Когда имеется профицит ЭЭ, краны башни начинают поднимать блоки наверх, запасая энергию. А когда потребители нуждаются в ЭЭ, то краны автоматически начинают опускать блоки, преобразуя потенциальную энергию блоков в кинетическую, используемую для пуска генератора, и далее – отдавать полученную ЭЭ в электросеть.

На данный момент эти башни спроектированы компанией *Energy Vault*, а индийская электрическая компания *Tata Power* планирует построить и запустить их в работу в 2019 г. [4].

Концепт системы

За основу взята концепция работы комплексной автоматизированной распределенной системы генерации и потребления ЭЭ, включающая в себя объекты микрогенерации на основе ВИЭ (рис. 3).

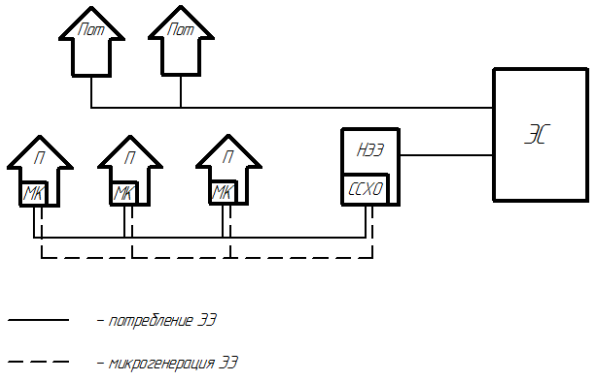


Рис. 3. Схема работы комплексной автоматизированной распределенной системы генерации и потребления ЭЭ, включающая в себя объекты микрогенерации на основе ВИЭ [2]: Пот – потребитель ЭЭ; П – просьюмьер; МК – микроконтроллер; ССХО – система сбора, хранения и обработки данных; НЭЭ – накопитель ЭЭ; ЭС – электростанция

Просьюмьер – частное лицо, имеющее объект микрогенерации на ВИЭ – имеет микроконтроллер МК, фиксирующий и обрабатывающий данные о количестве потребленной и произведенной ЭЭ. Эти данные также хранятся в системе ССХО, которая находится рядом с механическим накопителем ЭЭ – башней, заряженной до определенного минимального уровня, необходимого для маневрирования ЭС. Причем этот минимальный уровень преимущественно поддерживается посредством произведенной ЭЭ от ВИЭ, но при ее отсутствии, используется ЭЭ от ЭС.

Микроконтроллер МК контролирует баланс генерации и потребления ЭЭ для исключения профицита и дефицита ЭЭ. При профиците ЭЭ от просьюмьеров накапливается в накопителе ЭЭ. При дефиците система либо ищет ближайшего просьюмьера, а при его отсутствии – запитывает потребителя сначала от башни, которая позволяет выйти ЭС на необходимый уровень генерации ЭЭ, а затем от этой ЭС [2].

Оценка концепта в условиях РФ

Для использования данного концепта автоматизированной системы на территории РФ нет никаких препятствий в плане климата и материалов для ее организации. Единственным нюансом является лишь то, что на законодательном уровне распределенная и возобновляемая энергетика в России только начинает развиваться.

Так, например, с 2011 г. в РФ действует технологическая платформа «Малая распределенная энергетика», запущенная Правкомиссией по высоким технологиям и инновациям, которая объединяет усилия государства, бизнеса, науки и гражданского общества в целях развития распределенной энергетики. Ее первоочередными задачами являлось создание терминологической и нормативно-законной базы. На данный момент платформа занимается научной деятельностью и поиском проектов в сфере малой распределенной энергетики. Поскольку они имеют поддержку государства и крупных энергетических компаний, то, следовательно, содействуют продвижениям перспективных разработок и проектов в сфере распределенной энергетики [5]. Рассматриваемый концепт может применяться в различных областях, например, в сфере пиролизного анализа [6].

24 июля 2017 г. в Правительстве РФ разработан план мероприятий по стимулированию развития объектов на основе ВИЭ с установленной мощностью до 15 кВт [6]. Одним из первых ключевых решений во исполнение данного плана является распоряжение от 3 ноября 2018 г. № 2381-р Правительства РФ, которое вносит в Госдуму законопроект о правовом регулировании вопросов производства ЭЭ на объектах микрогенерации. Оно определяет критерии понятия «объект микрогенерации» и упрощает процедуру размещения объектов микрогенерации ВИЭ и предоставляет их владельцам продавать излишки ЭЭ в сеть, т. е. стать просьюмьерами.

Заключение

Предлагаемый концепт распределенной автоматизированной системы генерации и потребления ЭЭ с механическим накопителем энергии является актуальным для решения проблемы с внедрением ВИЭ

в централизованную энергосеть, особенно учитывая тенденцию развивающейся малой распределенной и возобновляемой энергетики в России. Распределенная система генерации позволяет уйти от затрат на транспортировку ЭЭ, построить оптимальный график ее генерации и потребления, исходя из особенностей потребления. А использование механического накопителя ЭЭ минимизирует затраты на необходимое аккумулирование ЭЭ.

Учитывая простоту конструкции накопителя ЭЭ и оптимальность описанной системы, ее прототип можно внедрять в небольших населенных пунктах территории РФ, где потребление не будет превышать половины мощности башни – до 20 ГВт · ч, используя в качестве основных источников ЭЭ возобновляемые.

Список литературы

1. Renewables 2018. Global status report. – URL: https://www.ren21.net/gsr-2018 (дата обращения: 08.01.2019).

2. *Трифонова, Е. С.* Альтернатива использованию накопителей электрической энергии в условиях централизованного энергоснабжения / Е. С. Трифонова, В. А. Глушков // Возобновляемые источники энергии : материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием и XI научной молодежной школы. – М. : Университетская книга, 2018. – С. 588–593.

3. *Сидорович, В.* Интеграция ВИЭ в энергосистему: практика, мифы и легенды. – URL: https://www.renen.ru/ integration-of-res-into-the-energy-system-practice-myths-and-legends (дата обращения: 03.09.2018).

4. Energy Vault. – URL: https://www.energyvault.ch (дата обращения: 28.11.2018).

5. Малая распределенная энергетика. – URL: https://www.ds-energy.ru (дата обращения: 12.12.2018).

6. *Глушков В. А., Гравшин В. Г.* Разработка и исследование модели теплового поля в реакционной камере пиролизного регенератора // Вестн. ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2018. – Т. 21. № 4. – С. 208–216.

С. А. Шиляев, доктор технических наук, профессор кафедры
«Автомобили и металлообрабатывающее оборудование»
E-mail: shiljaev@mail.ru
А. Н. Копысов, кандидат технических наук, доцент,
зав. кафедрой «Радиотехника»
E-mail: kan_kan@istu.ru
В. В. Хворенков, доктор технических наук, профессор кафедры «Радиотехника»
E-mail: hvv@istu.ru
В. И. Костяев, кандидат технических наук, доцент кафедры
«Автомобили и металлообрабатывающее оборудование»
E-mail: kostyaev_vi@mail.ru
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

К вопросу о подготовке кадров для предприятий радиоэлектронной промышленности на примере ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» и АО «ИЭМЗ «Купол»*

В статье показана связь между системой профессионального образования и работодателем, качество взаимодействия, а также формы взаимодействия университета с предприятиями, помогающие их сотрудничеству.

Основное внимание уделено подготовке специалистов для промышленного комплекса. Приведены примеры взаимодействия между Ижевским государственным техническим университетом имени М. Т. Калашникова и АО «Ижевский электромеханический завод «Купол».

Ключевые слова: образование; связь с производством; подготовка кадров; базовые кафедры.

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» – один из лидеров в области подготовки кадров для радиоэлектронной промышленности в Удмуртии и является традиционной площадкой для проведения различных как всероссийских совещаний и конференций, посвященных тематике подготовки кадров для промышленного комплекса, так и международных конференций, посвященных развитию и модернизации российской и зарубежных систем образования.

В период с 2014 по 2018 г. ИжГТУ имени М. Т. Калашникова вошел в число победителей конкурса в рамках программы «Новые кадры ОПК». Сегодня на базе вуза создан учебный центр подготовки кадров для предприятий промышленности региона, куда включены лаборато-

© Шиляев С. А., Копысов А. Н., Хворенков В. В., Костяев В. И., 2019

* Исследование выполнено в рамках проекта №11.04.02/18ХВВ.

рии базовых кафедр на предприятиях-партнерах, инжиниринговый центр, техникумы, профильные классы в школах. Вместе с университетом в реализации проектов участвуют стратегические предприятия Удмуртской Республики – АО «Концерн «Калашников», АО «Ижевский мотозавод «Аксион-холдинг», АО «Ижевский электромеханический завод «Купол», АО «Воткинский завод», ОАО «Сарапульский электрогенераторный завод» и другие [1, 2].

Одним из партнеров ИжГТУ имени М. Т. Калашникова является АО «Ижевский электромеханический завод «Купол», для которого университет не только готовит специалистов, бакалавров и магистров, но и оказывает им образовательные услуги в области повышения квалификации и дополнительного профессионального образования. Студенты вуза принимаются в подразделения предприятия в соответствии с получаемой ими специальностью. На сегодняшний день на предприятии работает 86 студентов ИжГТУ, в том числе 32 студента, обучающихся по целевой программе. С 2016 г. успешно обучающимся по программам бакалавриата, специалитета и магистратуры студентам выплачивается ежемесячная заводская стипендия. По окончании вуза студенты трудоустраиваются на предприятии. Так, за период с 2012 по 2018 г. было трудоустроено боле 200 выпускников университета (72 % от общего количества окончивших обучение).

АО «ИЭМЗ «КУПОЛ» регулярно оказывает весомую помощь университету в развитии материально-технической базы. В 2012 г. создана именная аудитория, оснащенная интерактивным местом для обучения работе с ЧПУ *Fanuc*, а также создана именная аудитория имени Ю. Д. Маслюкова. На сегодняшний день все более актуальной задачей становится проектирование технологического процесса на основе трехмерного представления изделия. Причем речь идет не об автоматизации отдельных этапов технологического проектирования – создании управляющих программ для станков с ЧПУ на отдельные операции и переходы, а полной автоматизации технологического проектирования. В основу такого проектирования положена трехмерная твердотельная модель изделия, полученная из конструкторских подразделений. Это требует от специалиста больших знаний современных систем компьютерного проектирования, умения взаимодействовать и работать в команде. Наибольший эффект от использования трехмерного твердотельного моделирования возможен тогда, когда на предприятии применяется комплексная САПР, в которой работают все инженерно-технические работники.

В 2015 г. с целью интеграции производства и высшего образования, повышения качества подготовки специалистов в ИжГТУ имени

М. Т. Калашникова» при АО «ИЭМЗ «Купол» была создана базовая кафедра «Конструирование и технологии производства». На базовой кафедре была создана профильная лаборатория, оснащенная программным обеспечением по изучению корпоративных информационных систем, внедряемых на предприятиях для обеспечения комплексного управления производством (*Omega Production*) и программным обеспечением *Siemens NX CAD/CAM/CAE/Teamcenter Unified*. Последнее представляет интегрированное решение для конструкторско-технологической подготовки производства, созданное на основе открытой платформы *PLM* и обеспечивающее быстрое и эффективное создание высококачественных изделий); *NX* для подготовки производства предоставляет полный комплект решений для изготовления деталей – от *CAM* до систем ЧПУ станка [3, 4].

В процессе проектирования и производства обмен информацией по проектируемому изделию ведется в электронном виде, т. к. источником информации на дальнейших этапах проектирования и производства является цифровая модель проектируемого изделия, создаваемая на первом этапе в комплексах *CAD/CAM/CAE*, к которым относится и *NX/PLM*.

Под руководством преподавателей университета студенты выполняют комплексные исследовательские и практические работы, в которых используются широкие возможности *NX* для автоматизации конструкторской и технологической подготовки производства.

В созданной лаборатории ведется подготовка студентов 4-го курса бакалавриата для АО «ИЭМЗ «Купол» по программе подготовки кадров для ОПК. Такая комплексная выпускная работа, включающая в себя различные этапы технологической подготовки производства, дает студентам навыки, которые необходимы для их успешной работы на предприятии в качестве любого специалиста. В настоящее время студенты, прошедшие обучение по указанной программе, обучаются в магистратуре, участвуют в целевой программе «Новые кадры ОПК-2017» и кроме того трудоустроены на «ИЭМЗ «Купол».

Еще одним направлением подготовки является подготовка высококвалифицированных специалистов в области разработки и эксплуатации радиолокационных и радионавигационных систем, в том числе и производимой предприятием ЗРК «Тор». В рамках данной программы студенты получают компетенции, связанные с разработкой структурных и функциональных схем сложных радиоэлектронных систем и комплексов, навыки конструирования сложных радиоэлектронных систем и комплексов, а также учатся работать с нормативными документами, конструкторской и технологической документацией, спра-

вочной литературой и другими информационными источниками. В рамках созданной программы подготовки студенты принимают участие в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов сложных радиоэлектронных систем и комплексов. Занятия проводятся не только на площадях базовой кафедры, а также в лаборатории кафедры «Радиотехника» ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова», в учебно-исследовательских лабораториях, созданных совместно с международными компаниями *National Instruments* и *Rohde&Schwarz*, а также российской компанией «ПКК «Миландр». При проведении занятий широко используется производственное оборудование и лабораторная база научно-образовательного комплекса «Радиотехника», базирующегося на территории филиала АО «СРЗ» КБ «Радиосвязь» и кафедры «Радиотехника» [5, 6].

По программе «Новые кадры ОПК» студенты получают дополнительные профессиональные компетенции в области технологического оснащения производства и сопровождения проектов с использованием современных систем сквозного проектирования: «Подготовка высококвалифицированных специалистов в области разработки и ведения технологических процессов производства ЗРК «Тор» с использованием корпоративной информационной системы *Omega Production* и *CAD/CAM* среды *SIEMENS NX*; «Подготовка высококвалифицированных специалистов в области разработки и эксплуатации радиолокационных и радионавигационных систем ЗРК «Тор»; «Подготовка высококвалифицированных специалистов в области конструирования и проектирования сложных мехатронных систем, входящих в специзделия».

Одним из целевых показателей программы «Новые кадры ОПК» является участие научно-педагогических работников в стажировках на предприятиях ОПК. За последние четыре года руководство АО «ИЭМЗ «Купол» организовало проведение стажировок на территории предприятия для преподавателей университета, принимающих активное участие в реализации проектов целевого обучения в рамках программы «Новые кадры ОПК».

Постоянное профессиональное развитие – залог успешности любого специалиста, особенно в такой динамично развивающейся отрасли, как высокотехнологичная промышленность. На сегодняшний момент существует возможность самостоятельно получить доступ к любой необходимой информации и получить ответы на все вопросы, однако этот информационный вал требует переосмысления, переработки, выделения наиболее важных аспектов для применения в профессиональной карьере. Именно для того, чтобы значительно сэкономить время

и улучшить качество обучения специалистами университета, был разработан специальный формат подготовки программ обучения: корпоративный, подогнанный под сформированные требования отдельно взятого предприятия. Подобный формат позволяет сосредоточиться на изучении наиболее важных для специалистов тем и организовать удобный режим посещения занятий. Программы разрабатываются в тесном сотрудничестве специалистов университета и сотрудников технических служб предприятия.

Вопрос соответствия профессионального образования и занимаемой должности сегодня как никогда актуален. Именно поэтому было принято решение дать возможность руководителям освоить новые профессиональные навыки и таким образом еще лучше проявить себя на своем рабочем месте, несоизмеримо глубже научившись разбираться в тонкостях дела, которому они посвящают жизнь. В 2017 г. была реализована программа переподготовки «Проектирование компонентов радиолокационных систем», а в 2018 г. прошло обучение по новой актуальной программе «Проектирование и конструирование радиоэлектронных систем и комплексов различного назначения». Обе программы были реализованы базовой кафедрой совместно с кафедрой «Радиотехника».

Руководство предприятия отмечает: «Будущие руководители постоянно должны пополнять багаж профессиональных знаний, достигать успехов в научной деятельности – непрерывно развиваться, а в достижении этих целей, безусловно, поможет тесное сотрудничество со специалистами ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. Такая работа обеспечивает непрерывную подготовку грамотных и востребованных специалистов. В результате такого взаимодействия студенты получают доступ к высокотехнологичному оборудованию; студенты и научно-педагогические работники знакомятся с современными технологиями предприятия и привлекаются для решения задач, актуальных для промышленных предприятий Удмуртии.

Список литературы

1. *Шиляев, С. А*. Совместная подготовка кадров ФБГОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова» и предприятиями Удмуртской Республики // Евразийское образовательное пространство – новые вызовы и лучшие практики : II Междунар. образов. форум «Алтай – Азия – 2014» : сб. материалов / под общ. ред. С. В. Землюкова (25–26 сент. 2014 г. – Барнаул : Изд-во Алтай. ун-та, 2014. – С. 354–359.

2. *Шиляев, С. А*. Реализация образовательных проектов программы развития «Новые кадры ОПК» // Инновации в образовании электронное научное

издание : сб. материалов науч.-метод. конф. преп. и сотр. ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – Ижевск, 2016. – С. 43–46.

3. *Шиляев, С. А.* О подготовке кадров для промышленного комплекса // Промышленная политика в Российской Федерации. – 2016. – № 10/12. – С. 22–25.

4. *Шиляев, С. А.* Направления и перспективы развития учебно-научного центра профессиональных компетенций для предприятий оборонно-промышленного комплекса, находящихся на территории Удмуртской Республики // Инновации в образовании электронное научное издание : сб. материалов науч.-метод. конф. преп. и сотр. ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – Ижевск, 2016. – С. 39–42.

5. Создание базы технических терминов, представленной в оболочке электронного словаря ANYLEXIC / А. Ю. Маркитонов [и др.] // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке : сб. материалов III Всерос. науч.-техн. конф. и асп., магистрантов и молодых ученых с междунар. участием / отв. за вып.: А. П. Тюрин, А. Н. Домбрачев. Ижеквс, 2015. – С. 317–320.

6. *Копысов, А. Н.* К вопросу об организации научно-исследовательской работы студентов младших курсов в техническом университете / А. Н. Копысов, В. А. Сидорина, Е. М. Зайцева // Инновации в образовании электронное научное издание : сб. материалов науч.-метод. конф. преп. и сотр. ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – Ижевск, 2016. – С. 75–78.

К. В. Шишаков, кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры «Радиотехника», зав. базовой кафедрой
«Проектирование и технология производства приборов»
E-mail: ShishakovKV@mail.ru
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Направления образовательной деятельности малой базовой кафедры с многопрофильной корпорацией (на примере ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова и ООО «Корпорация «Аксион»)*

В статье обсуждаются основные направления и особенности учебной работы малой базовой кафедры с многопрофильной корпорацией. Показаны специфика образовательной деятельности малой базовой кафедры, включая направления развития ее материального обеспечения и формы организации учебного процесса.

Материал конкретизирован для базовой кафедры «Проектирование и технология производства приборов» ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова», созданной для повышения качества технического образования инженерных работников и специалистов ООО «Корпорация «Аксион».

© Шишаков К. В., 2019

* Исследование выполнено в рамках проекта № 11.06.01/18ХВВ.

Ключевые слова: образование; связь с производством; подготовка кадров; базовые кафедры.

Введение

В рамках актуальной задачи повышения качества подготовки инженерных кадров для промышленного комплекса применяются разные формы взаимодействия учебных заведений и профильных предприятий [1, 2].

Целью данной статьи является обсуждение основных направлений и особенностей учебной работы малой базовой кафедры (БК) с многопрофильной корпорацией на примере накопленного опыта взаимодействия ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (Университет) и ООО «Корпорация «Аксион» (Аксион).

Базовая кафедра «Проектирование и технология производства приборов» (БК ПТПП) была организована в январе 2013 г. в соответствии с договором между ИжГТУ имени М. Т. Калашникова и НТУ «ИТЦ» (в настоящее время ООО «Ижевский институт комплексного приборостроения» (ООО «ИИКП»)), представляющего ООО «Корпорация «Аксион».

Основы ее деятельности в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова были заложены проректором по учебной работе, доктором технических наук, профессором В. В. Хворенковым и первым заведующим БК, кандидатом технических наук, доцентом О. Б. Юминовым.

Основной целью создания БК ПТПП явилась реализация взаимных интересов:

1) использование научного и учебного потенциала ИжГТУ имени М. Т. Калашникова для развития предприятий ООО «Корпорация «Аксион»;

2) развитие учебно-научных подразделений ИжГТУ имени М. Т. Калашникова через участие в современных научно-технических проектах Аксион;

3) допустимая корректировка содержания отдельных учебных курсов и образовательных программ под интересы предприятий Аксион.

Нестабильная по годам потребность в большом количестве выпускников Университета заставила БК искать гибкие формы работы, подстраиваясь под изменяющиеся текущие запросы предприятий Аксион. В результате была выбрана форма малой БК с минимальным составом штатных сотрудников и широким кругом привлекаемых по мере необходимости работников из учебно-научных подразделений Университета, а также ведущих специалистов из других предприятий Удмуртии.

Специфика и общая характеристика малой базовой кафедры

Базовая кафедра является подразделением ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. Она построена на своих принципах, согласованных и отвечающих интересам предприятий Аксион. Базовая кафедра не подменяет существующие основные кафедры Университета и не является их частью. Поэтому на нее не переносятся в полной мере правила и принципы организации работы основных учебных кафедр Университета. Она их дополняет, фокусируясь на специфике потребностей предприятий Аксион.

Основное преимущество БК – гибкость деятельности на междисциплинарной основе. Это позволяет ей удовлетворять широкие потребности предприятий Аксион в повышении квалификации своих работников, используя потенциал всех факультетов и кафедр Университета.

Основными формами здесь являются: дообучение новым учебным предметам, переобучение учебным специальностям, углубление обучения отдельным учебным курсам. В рамках каждой из форм можно условно выделить по три основные ступени (уровня) образования: основы образования, углубленное образование и профессиональный обмен знаниями между ведущими специалистами технических направлений. Силами преподавателей Университета наиболее просто реализуется первая ступень образования, позволяющая работать с большими группами обучающихся (эффективно до 15 чел), опираясь на отлаженные учебные курсы. Поэтому она была выбрана основной в предлагаемых образовательных программах БК. Наиболее сложной является третья ступень, которую рекомендуется проходить в рамках специально организованных стажировок в ведущих отечественных и зарубежных научно-технических центрах по нужному профилю, а также в специализированных научных лабораториях Университета. Реализацию второй ступени образования БК выполняет лишь частично, привлекая для передачи личного опыта ведущих специалистов предприятий Аксион и других предприятий Удмуртии.

Свою деятельность БК осуществляет одновременно на площадях Университета и на площадях Аксион. Преимущество в том, что позволяет эффективно объединять в рамках соответствующих образовательных и научных программ современное лицензионное программное обеспечение и учебно-научное стендовое оборудование, находящиеся как в лабораториях Университета, так и специально закупаемое для своего развития предприятиями Аксион. Использование площадей Аксион дополнительно позволяет проводить обучение в рабочее время (по согласованию с руководителями подразделений).

В своей работе и развитии БК стремится всемерно учитывать потребности стратегического и текущего развития предприятий Аксион. Для этого широко используется накопленный за многие годы учебно-научный потенциал разных образовательных кафедр Университета с доступом к широкому списку оборудования в учебно-научных лабораториях.

Целевой аудиторией БК ПТПП являются руководители предприятий Аксион, заинтересованные в повышении технического уровня своих молодых инженерных кадров и их дообучении. Для них не менее важно выполнить требования профессиональных стандартов для инженерных кадров со стажем.

Основным целевым сегментом БК ПТПП первоначально являлись молодые инженерные кадры предприятий Аксион, углубляющие, расширяющие или изменяющие свою профессиональную техническую квалификацию, полученную в ИжГТУ имени М. Т.Калашникова или в других вузах страны. При этом деятельность БК была сконцентрирована на дообучении и повышении технической квалификации пришедших на предприятия Аксион выпускников Университета или еще продолжающих свое обучение в магистратуре. Особенно это актуально было для целевых выпускников Университета, получивших образование по одной специальности, а работающих по другой.

Однако в условиях нестабильной потребности в дообучении целевых выпускников Университета БК была вынуждена расширить целевой сегмент обучающихся путем вовлечения в него работающих технических специалистов и инженеров, особенно с небольшим стажем работы по направлению изменившейся профессиональной деятельности. Такое расширение категорий обучающихся на БК потребовало повышения роли и значимости специально прикрепленного к базовой кафедре куратора из числа ведущих специалистов Аксион с учетом повышения его влияния на программы развития предприятий Аксион.

Точками роста учебного процесса на БК ПТПП были выбраны: расширение направлений дополнительных учебных программ (на основе расширения числа привлекаемых кафедр со всех факультетов Университета) и ускорение их обновляемости и сменяемости; углубление специализации дополнительных учебных программ (в рамках отдельных кафедр и факультетов Университета); повышение качества преподавания (путем повышения квалификации преподавателей Университета и стимулирования в разработке учебно-методических материалов); привлечение к преподаванию ведущих специалистов предприятий Удмуртии; использование дистанционных форм обучения с известными преподавателями из других регионов.

Развитие материального обеспечения БК

Такое развитие выполнялось одновременно на площадях Университета и на площадях Аксион в соответствии с их возможностями и выделяемыми бюджетами. Приоритетами были выбраны: закупка современных САПР для обучения современной производственной культуре работы на больших предприятиях, а также дорогостоящего измерительного оборудования компании *National Instruments*, отвечающего современному уровню работ в области актуальной СВЧ-техники.

Среди САПР были внедрены в учебный процесс САПР *ANSYS* (*HFSS*, *Maxwell*), САПР *SolidWorks* (*Simulation* и *Flow Simulation*), САПР КОМПАС, *Altium Designer* и др. Для обучения работы на измерительном оборудовании *National Instruments* были приобретены и внедрены в учебный процесс 6 измерительных комплексов: два стенда «Радиолокационные компоненты и основы передачи ВЧ сигналов» (до 6.6 ГГц), два стенда «Радиолокационные сигналы» (до 100 МГц), стенд «Технологии *SDR* для телекоммуникационных решений» (до 4.4 ГГц), стенд «Программно-определяемый векторный анализатор цепей» (до 8.5 ГГц). С целью более полного овладения навыками работы на них потребовалось ввести в образовательные программы учебные модули по освоению среды *LabView*. Кроме этого, учебные классы БК ПТПП на площадях Университета и Аксион постоянно дооснащались компьютерами, проекторами, измерительными радиотехническими приборами и стендами.

Организация образовательной деятельности

Здесь были выделены следующие приоритетные задачи: обеспечить дополнительное специальное обучение целевых магистрантов Университета в соответствии с требованиями предприятий Аксион; сблизить студентов бакалавриата и специалитета Университета с производственной и проектно-научной деятельностью предприятий Аксион; участвовать в процессах повышения квалификации и профессиональной переподготовки сотрудников предприятий Аксион по существующим и новым внедряемым технологиям; организовать сближение сотрудников предприятий Аксион с научными коллективами и лабораториями Университета.

Для этого была выбрана концепция организации непрерывного сквозного образования, поддерживаемая следующей основной схемой. Сначала для целевых студентов бакалавриата и специалитета организуется дополнительное обучение по программам «Новые кадры ОПК», далее для студентов магистратуры – дообразование в соответствии

с производственными потребностями, потом для молодых инженеров рекомендуется повышение квалификации, а для инженерных работников со стажем – повышение квалификации или дополнительная профессиональная переподготовка.

В настоящее время особенно возросла значимость активизации профессионального сближения студентов бакалавриата и специалитета (как будущих работников Аксион) с ведущими специалистами предприятий Аксион. В помощь этому дополнительно продвигаются следующие формы организации учебного процесса: выполнение отдельных лабораторных работ на стендах лабораторий БК ПТПП под руководством сотрудников Аксион; выполнение курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР) под руководством сотрудников Аксион; прохождение учебно-производственных практик; другие формы.

За период 2014–2019 гг. для целевых студентов Аксион были реализованы на БК ПТПП следующие программы «Новые кадры ОПК»: 2014/15 учебный год – одногодичные программы: «Разработка и производство микроэлектронных устройств СВЧ-диапазона» (72 учебных часа, 5 магистрантов) и «Основы создания современных цифровых средств» (72 учебных часа, 2 студента бакалавриата); 2015/17 учебный год – двухгодичные программы: «Автоматизированное проектирование радиоэлектронных приборов» (100 учебных часов, 2 студента специалитета), «Разработка и производство микроэлектронных радиотехнических устройств» (100 учебных часов, 5 магистрантов) и «Создание современных цифровых средств» (100 учебных часов, 5 студентов бакалавриата); 2016/18 учебный год – двухгодичная программа: «Создание современных цифровых радиосредств» (100 учебных часов, 5 магистрантов); 2017/19 учебный год – двухгодичная программа «Разработка радиотехнических устройств» (90 учебных часов, 5 студентов бакалавриата).

Параллельно с ними для молодых инженеров и работающих магистрантов были реализованы следующие годовые образовательные программы повышения квалификации и профессиональной переподготовки:

«Основы теории и практики инфокоммуникационных систем» (829 учебных часов, 10.2013–12.2014);

«Теория и практика радиоэлектронных систем» (829 учебных часов, 10.2014–06.2015, 15 чел.);

«Основы проектирования радиоэлектронных приборов (495 учебных часов, 10.2015–06.2016, 15 чел.);

«Техническое сопровождение проектирования и производства радиоэлектронных средств» (программа профессиональной переподго-

товки руководителей подразделений, 530 учебных часов, 10.2015–06.2016, 10 чел.);

«Проектирование радиоэлектронных приборов (540 учебных часов, 10.2016–06.2017, 14 чел.);

«Проектирование механических элементов приборов (495 учебных часов, 10.2016–06.2017, 12 чел.);

«Техническое сопровождение проектирования и производства радиотехнических устройств и элементов» (программа профессиональной переподготовки руководителей подразделений, 398 учебных часов, 10.2017–06.2018, 10 чел.).

Каждая из них включала по 10–11 образовательных модулей, комплексно объединенных в рамках соответствующих инженерных направлений. Всего за период 2013–2018 гг. 90 инженерных работников и руководителей подразделений Аксион успешно освоили годичные программы повышения квалификации или профессиональной переподготовки.

Среди определяющих факторов успешного развития БК ПТПП за прошедший период 2013–2018 гг. можно выделить:

1) всемерная поддержка руководства ИжГТУ имени М. Т. Калашникова;

2) наличие достаточного сегмента обучающихся и их активная финансовая поддержка со стороны предприятий Корпорации;

3) всемерная поддержка развития БК со стороны руководства ООО «ИИКП» (С. Б. Николичева, А. С. Пышкова и др.);

4) эффективное и хорошо организованное кураторство Д. А. Сапегиным;

4) активная позиция и эффективная работа отдела кадров Аксион по формированию учебных групп.

Не менее важным фактором успешного развития БК в рамках многопрофильной корпорации является правильная организация ее подчиненности одному из предприятий. Реализованная за прошедший период подчиненность БК наиболее наукоориентированному предприятию корпорации (ООО «ИИКП») ориентировала развитие БК по учебно-научному направлению взаимодействия.

В заключение обсудим сильные и слабые стороны альтернативных вариантов. Так, подчиненность отделу кадров даст преимущества в работе с организованными заявками на длительные (годовые) учебные программы, а также в формировании учебных групп для обеспечения требований профессиональных стандартов по разным специальностям. Однако недостатком здесь будет ориентация только на образовательную деятельность. Подчиненность наиболее сильному

и определяющему предприятию корпорации имеет много преимуществ. Это тесный контакт с руководителями подразделений в подготовке студентов и научно-технических работах; уменьшение стоимости совместных работ (из-за отсутствия посреднических структур); гибкость в обеспечении требований профессиональных стандартов по разным специальностям; широкая самостоятельность и долгосрочность сотрудничества. К недостатку можно отнести дополнительную нагрузку для этого предприятия с точки зрения организации эффективного кураторства БК и части учебного процесса на его площадях. Еще одной альтернативой является подчиненность БК собственному образовательному центру корпорации. Преимуществом в этом случае является допуск к уже системно налаженным образовательным процессам по удовлетворению заявок на отдельные учебные модули. Приоритетной здесь станет освоение новой формы работы БК – через модульное участие в сетевых программах обучения, сформированных образовательным центром корпорации и выполняемых по его заказу. Среди недостатков можно отметить: потерю самостоятельного вектора развития БК (поглощение БК и превращение ее в одну из образовательных ячеек сформировавшегося большого образовательного учреждения); потерю прямой связи с заинтересованными предприятиями и их подразделениями (работа через фильтрующего посредника); дополнительные накладные посреднические расходы; усиленная ориентация БК на интересы образовательного центра корпорации.

Таким образом, правильная организация деятельности базовой кафедры в структуре многопрофильной корпорации и подбор высококвалифицированной группы ее курирования, включая сильную корпоративную поддержку, являются главными факторами успеха ее деятельности и всемерного раскрытия потенциала научно-технического взаимодействия Университета с корпорацией.

Список литературы

1. *Шиляев, С. А.* О подготовке кадров для промышленного комплекса // Промышленная политика в Российской Федерации. – 2016. – № 10/12. – С. 22–25.

2. *Копысов, А. Н.* К вопросу об организации научно-исследовательской работы студентов младших курсов в техническом университете / А. Н. Копысов, В. А. Сидорина, Е. М. Зайцева // Инновации в образовании электронное научное издание : сб. материалов науч.-метод. конф. преп. и сотр. ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – Ижевск, 2016. – С. 75–78.

I. A. Kaysina, Post-graduate
Тел. 8 (912) 444-17-98, e-mail: irinakaysina25@gmail.com
D. S. Vasiliev, PhD in Engineering, Associate Professor
A. V. Abilov, PhD in Engineering, Associate Professor
A. E. Kaysin, PhD in Engineering, Associate Professor
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Analytical Study of Quality of Service in Flying Ad Hoc Network (FANET) Based on Free-Space Model

The article analyzes the Quality of Service metrics in Flying Ad hoc Network (FANET) based on Friis propagation model. This model is used to determine the level of the signal when the source and destination have direct visibility. The calculations were performed based on the assumption that the source node moves away from the destination node at a distance d and transmits the stream data. The final result of the study is the assessment of Quality of Service (QoS) metrics based on signal propagation model.

Keywords: NS-3; Free-Space Mode; Packet Error Rate (PER); Packet Delivery Rate (PDR); Bit Error Rate (BER).

Introduction

Today various types of self-organizing networks are actively explored: MANET (Mobile Ad hoc Networks), VANET (Vehicular Ad hoc Networks) and FANET (Flying Ad hoc Networks). We study FANETs – networks of flying robots connected by wireless links. Experiments with flying equipment are time consuming, a good flying robot costs a lot of money and could be easily damaged during field tests. That is why many researchers use different network simulation tools before carrying out the field tests, e.g. NS-3. We have chosen Network Simulation 3 (NS-3) as the simulation tool. In NS-3, it is possible to describe the entire process of data transmission in the network, as well as to take into account the peculiarities of the nodes movement. The aim of the study is to evaluate the Quality of Service (QoS) metrics using the Free-Space Mode model (Friis propagation model). This model is the most fundamental: there are no obstacles between the source and the destination, the signal is transmitted directly. When studying the model, the main sources for calculations were [1] and the NS-3 library. The result of the calculation is an assessment of QoS for the given parameters using the Packet Delivery Rate (PDR) metric, which can be used to determine the quality of the streaming data transmitted from the source node to the destination node, taking into account the increase in the distance between the two nodes (d = 0–1800 meters).

© Kaysina I. A., Vasiliev D. S., Abilov A. V., Kaysin A. E., 2019

NS-3 simulation system

Our analysis is based on the models from NS-3. NS-3 is a set of libraries and support modules for network modeling and networking. It is a flexible and powerful environment due to the use of the C^{++} language as an embedded programming language using which the simulation script is implemented.

The core components of the core simulator support protocols at all levels of the OSI model, the hardware component, and various signal propagation models. The core and network modules of the NS-3 simulator form a universal core that allows you to simulate networks. NS-3 modules can directly access the low-level API (application programming interface) of the kernel or through helper classes. Using NS-3, you can simulate wireless networks based on IEEE standards, for example, IEEE 802.11n, MANET networks, WiMax (802.16), cellular networks (LTE, 5G). This allows modeling with moving objects in three-dimensional space [2–5].

The paper presents the results of an analytical assessment based on a system model.

System model

We use the Friis propagation model [1]. This model is used to determine the level of the signal when the source and destination nodes have a clear, unobstructed direct visibility. All calculations were carried out taking into account the parameters presented in Table.

Parameters and their values

Parameters	Value
R_x	25 dB
Channel Width	40 MGz
Noise Figure	7dB
Rate	6 Mbps
System Loss	1

To calculate the power at the R_x destination node we use the formula from the NS-3 *propagation-loss-model.cc* code based on the Friis transmission formula:

$$R_x = T_x + 10\log_{10}\left(\frac{lamda^2}{\left(4\cdot\pi\cdot d\right)^2\cdot L}\right) \quad (1)$$

where: T_x is the source power (dB); R_x is the power at the destination node (dB); d is the distance between the source and destination nodes (m); *lamda* – wavelength (m); L – system losses.

The main goal of the work is to evaluate the efficiency of streaming data transmission using the QoS metrics. Using formulas from the NS-3 *interference-helper.cc* code, the signal-to-noise ratio is calculated as follows [6]:

$$SNR = R_x \Big/ \left(1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 290 \cdot cW \cdot 1000000 \cdot nF + nI\right), \qquad (2)$$

where: $1{,}38 \cdot 10^{-23}$ is the Boltzmann constant; cW – channel width; nF (noiseFigure) – by default 7 (dB); nI (noiseInterference) – interference.

The calculations were performed for the BPSK modulation type, based on this, the average transmission error rate is calculated as follows [5]:

$$BER = Qfunction\sqrt{2 \cdot E_b N_0}\ . \qquad (3)$$

The signal energy per 1 bit of the received message to the energy spectral density of the noise is calculated by the following formula:

$$E_b N_0 = SNR \cdot cW / rate\,, \qquad (4)$$

where: rate – is the data transfer rate (6 Mbps).

The results of calculations using formulas 1–4 are presented in Fig. 1.

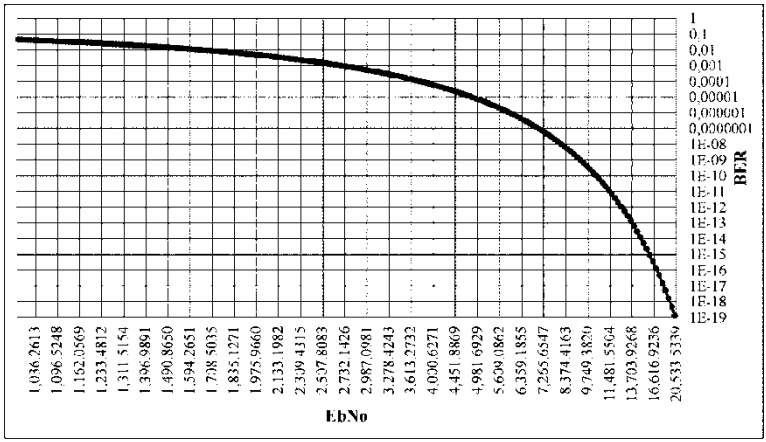


Fig. 1. Dependence of the average error rate during transmission from $E_b N_0$

After calculating the average transmission error rate, we can determine the Packet Error Rate (PER) using the following formula [6]:

$$PER = 1 - \left(1 - BER\right)^K\,, \qquad (6)$$

where K = 10000 is the number of bits in one data packet.

Packet Delivery Rate (PDR) is calculated using the following formula [7]:

$$PDR = 1 - PER\,. \tag{7}$$

The above equations describe the system model of data streaming in flying ad hoc network. After calculation of PDR, we can find the dependence of PDR metric on distance.

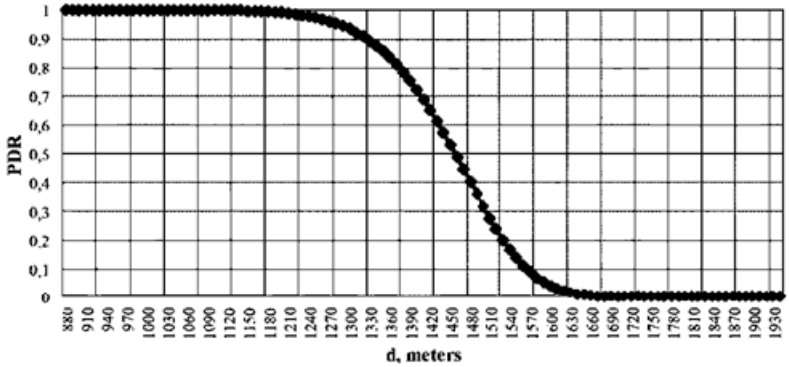


Fig. 2. The relationship between the PDR metric and the distance between nodes

It was noted that the PDR metric starts to deteriorate at the distance of d = 790 meters and is numerically equal to 0.9999, which meets the requirements of the ITU [8]. At the distance of d = 1220 meters, PDR = = 0.9891, which does not meet the requirements. The connection between the source and the destination is lost at the distance of d = 2490 meters.

Conclusions

Quality of Service metrics in Flying Ad hoc Network could be calculated analytically. In this article we used the Friis propagation model and calculated the PDR (packet delivery ratio) metric between the source and destination nodes. We also found relationships between the distance and PDR metric. Data transfer begins to deteriorate at the distance of d = 790 and completely disappears at d = 2040 meters.

Many existing signal propagation models could be used in system modeling of flying ad hoc networks. System models is one of the approaches to study new data transmission algorithms and techniques in FANETs.

The reported study was funded by RFBR according to the research project № 18-37-00218 mol_a.

References

1. *Khosroshahy, M.* Study and implementation of IEEE 802.11 physical channel model in yans (ns3 prototype) network simulator // INRIA Report. – 2006. – С. 1–61.

2. Network simulations with the ns-3 simulator / T. R. Henderson [et al.] // SIGCOMM demonstration. – 2008. – Т. 14. – №. 14. – С. 527.

3. *Riley, G. F.* The ns-3 network simulator / G. F. Riley, T. R. Henderson // Modeling and tools for network simulation. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. – С. 15–34.

4. ns-3 project goals / T. R. Henderson [et al.] // Proceeding from the 2006 workshop on ns-2: the IP network simulator. – ACM, 2006. – С. 13.

5. Selective Route Based on SNR with Cross-Layer Scheme in Wireless Ad Hoc Network / A. Kurniawan [et al.] // Journal of Computer Networks and Communications. – 2017. – Т. 2017.

6. *Prabhu, R. S.* An energy-efficient water-filling algorithm for OFDM systems / R. S. Prabhu, B. Daneshrad // Communications (ICC), 2010 IEEE International Conference on. – IEEE, 2010. – С. 1–5.

7. Wireless network coding: Deciding when to flip the switch / A. O. F. Atya [et al.] // INFOCOM, 2013 Proceedings IEEE. – IEEE, 2013. – С. 260–264.

8. Network performance objectives for IP-based services // ITU-T Rec. Y.1541. – URL: https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.1541-201112-I (дата обращения: 17.01.2019).

I. V. Manchenko, Master's Degree Student
E-mail: manchenko_ilya@mail.ru
A. V. Balashov, Master's Degree Student
E-mail: Alex-alex303@mail.ru
P. A. Ushakov, Doctor of Engineering Sciences, Professor
E-mail: ushpet@izh.com
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Research of the Influence of Fractal Capacity of the Element with Fractal Impedance on the Parameters of Fractional Order Self-Oscillator

In this article, it was considered the modeling of the self-oscillator with the Wien bridge on elements with fractal impedance (EFI) with the aim of studying the influence fractal capacity of the EFI on the characteristics of the self-oscillator. There was found the dependence of the oscillating frequency of the self-oscillator with the Wien bridge on the EFI on the value of the fractal capacity of the EFI, what further allows to choose uniquely the design of the EFI with the necessary fractal capacity to get the required oscillating frequency of the self-oscillator.

© Manchenko I. V., Balashov A. V., Ushakov P. A., 2019

Keywords: element with fractal impedance; self-oscillator with the Wien bridge; fractional order oscillator; fractal capacity.

Elements with fractal impedance (EFI) are passive single-terminal pairs, whose impedance is determined by the expression [1]:

$$\dot{Z}(p) \cong F_0 p^{v}, \tag{1}$$

where $p = \sigma + j$ complex frequency,

$v = \alpha + j\beta$, $0 \le |\alpha| \le 1$, $0 \le |\beta| \le 1$,

F_0 = const for $w_1 < w < w_2$.

When the index v has the real value, EFI are characterized by a component equation of the form:

$$i_{C_\alpha} = C_\alpha \frac{d^\alpha u_{C_\alpha}}{dt^\alpha}, \tag{2}$$

where C_α is coefficient of proportionality, like a coefficient of proportionality C in the component equation of a classical capacitive element.

Currently, EFI are used in the circuits of frequency-selective filters, oscillators, integrators and differentiators of fractional order, in which the parameter α is an additional degree of freedom that is absent in circuits on ordinary R- and C-elements [2, 3].

In this work [4] was made the study of the parameters of the self-oscillator with the Wien bridge on EFI, which is made in the form of multilayer resistive-capacitive elements with distributed parameters (RC-EDP). These elements are integral structures that can be made on a single substrate without the use of assembly operations. Application of this technology allows to perform regulation of the characteristics of the self-oscillator with the help of changing the parameter of any layer of integrated structure on effect of an external field [4].

However, this work [4] doesn't explore the effect of the fractal capacitance of the EFI, which depends on both the design of the EFI and the specific parameters of the RC-EDP [5]. From the point of view of the designing of the self-oscillator, it is the fractal capacity that can serve as a convenient parameter for the univocal setting of the self-oscillator frequency.

The purpose of this work is to determine the dependence of the frequency of a fractional order self-oscillator with the Wien bridge on the fractal capacitance of the EFI, which are forming the branches of the phase-shifting bridge.

To research the effect of fractal capacitance of elements with fractal impedance (EFI) on the characteristics of a fractional order self-oscillator

(with a fixed value of the index of a fractional power dependence of impedance α on frequency), there was used the synth algorithm, described in [5], of the EFI in MatLab program. To model the self-oscillator on the EFI, we used the OrCAD program. We synthesize three different EFI structures with the same values of the constant phase level; in our case, we will choose a value of –30°.

The structure of EFI No. 1 (Figure 1) has a graph of the phase-frequency characteristics (phase response) of the input impedance shown in Fig. 1.

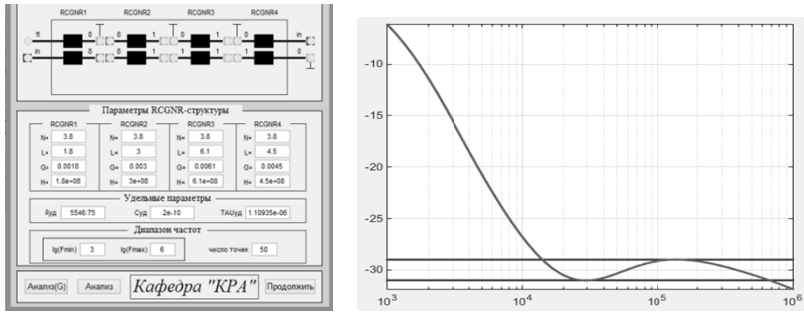


Fig. 1. The structure of the EFI №1 and its graph of the phase response of the input impedance

The value of the fractal capacity EFI №1 according to the method of [6] was $2{,}23 \cdot 10^{-6}$ Ом$^{-1}\cdot$с$^{-0{,}33}$ with the parameter α = 30°/90° = 0,33.

The self-oscillator circuit will be constructed in the circuit simulation program OrCAD using the circuit-technical models EFI with parameters obtained as a result of the synthesis and shown in the synthesis results window in Fig. 1. The graphical representation of the oscillator circuit in the field of OrCAD program is shown in Fig. 2.

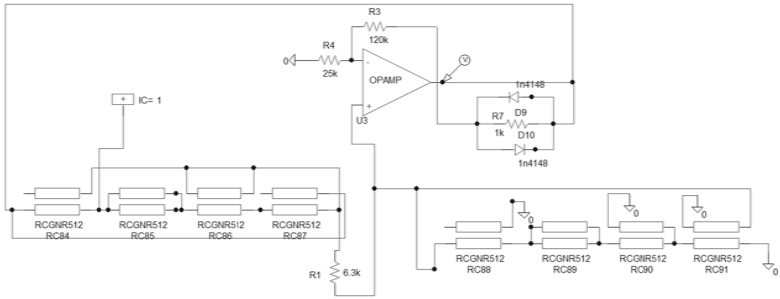


Fig. 2. Scheme of the self-oscillator with the Wien bridge in the OrCAD program

Fig. 3 shows the spectrum of the signal at the output of the self-oscillator, obtained as a result of the simulation in the OrCAD program. The generation frequency is 61 kHz.

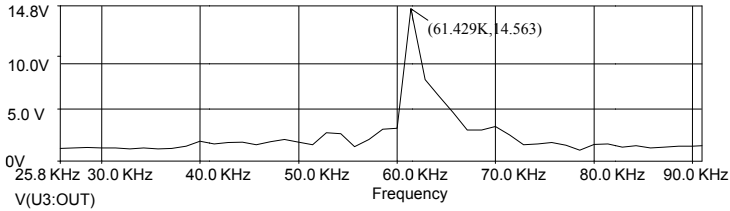


Fig. 3. Spectrum of signal of the self-oscillator with the Wien bridge based on the of EFI № 1

Similarly, we will synthesize EFI № 2, which, with the same value of the parameter α, will have an equivalent circuit, shown in Fig. 4. The measured value of the fractal capacity for this EFI is $5{,}18 \cdot 10^{-6}$ Ohm$^{-1} \cdot c^{-0{,}33}$.

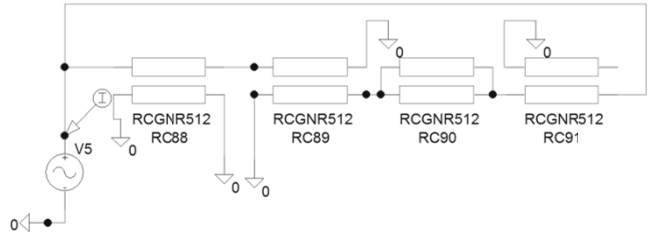


Fig. 4. Equivalent circuit of the EFI structure №2

As a result of the modeling of the self-oscillator using the EFI № 2, a generation frequency of 15 kHz was obtained, which is evidenced by the spectrum of the output signal of the generator, shown in Fig. 5.

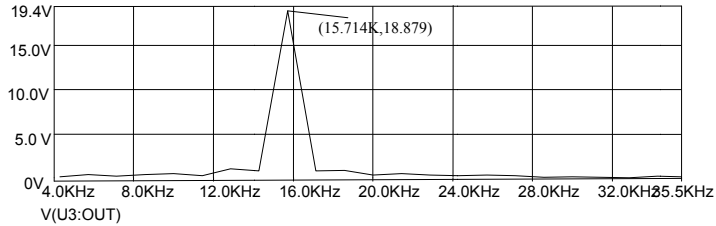


Fig. 5. Spectrum of signal of the self-oscillator with the Wien bridge based on the of EFI № 2

Similarly, we will synthesize EFI №3, which, with the same value of the parameter α, will have an equivalent circuit, shown in Fig. 6. The measured value of the fractal capacity for this EFI is $0{,}28 \cdot 10^{-6}$ $Ohm^{-1} \cdot c^{-0{,}33}$.

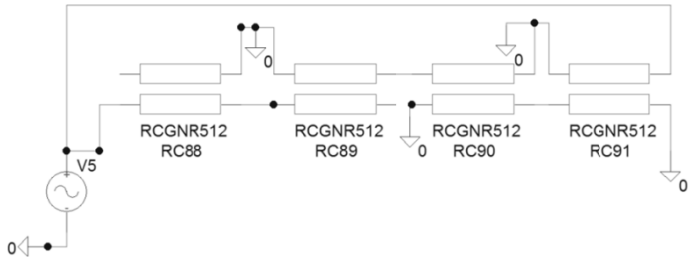


Fig. 6. Equivalent circuit of the EFI structure №3

As a result of the modeling of the self-oscillator using the EFI №3, a generation frequency of 830 kHz was obtained, which is evidenced by the spectrum of the output signal of the generator, shown in Fig. 7.

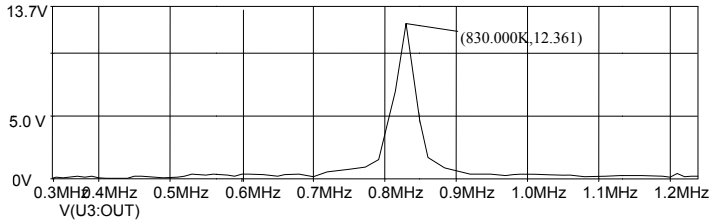


Fig. 7. Spectrum of signal of the self-oscillator with the Wien bridge based on the of EFI № 3

Let's summarize the results of the research in Table and create a graph of the dependence of frequency on the fractal capacity (Fig. 8).

Dependence of frequency on the fractal capacity

C_α, 10^{-6} $Omh^{-1} \cdot c^{-0{,}33}$	f, kHz
0,28	830
2,23	61
5,18	15

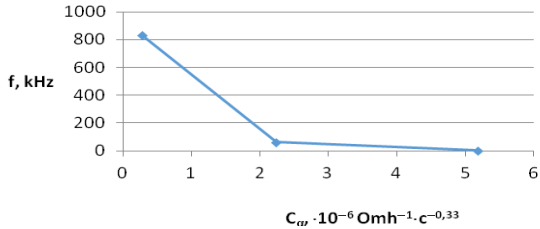


Fig. 8. Graph of the dependence of frequency on value of the fractal capacity

Thus, as a result of computer modeling of a fractional order self-oscillator with the Wien bridge on the EFI, it is shown that the value of the fractal capacitance used in the EFI generator noticeably effects on the generation frequency: with the decrease of the value of the fractal capacity, the generation frequency increases. Moreover, this dependence has a pronounced nonlinear character. The results of the research can be used in designing fractional order self-oscillators and in determining the possibilities of the frequency tuning of the self-oscillator by changing the electrophysical parameters of one of the layers of the EFI using an external field.

References

1. *Potapov, A. A.* Fractal elements and radio systems / A. A. Potapov, A. Kh. Gilmutdinov, P. A. Ushakov ; ed. A. A. Potapova // Physical aspects : monogr. – Radio engineering, 2009. – 200 s.

2. *Babintsev E. S., Kopysov A. N., Klimov I. Z.* Strictural Secrecy of Multifrequency and Discrete Frequency Signals // Intelligent systems in production. – 2010. – № 2 (16). – C. 109–113.

3. *Kopysov A. N.* Measuring stand for recording signals with broadband carrier // Bulletin of the Izhevsk State Technical University. – 2006. – № 1. – C. 57–60.

4. Creation of Infocommunication Network Model Based on OMNeT++ / A. Yu. Shaimov [et al.] // Bulletin of the Izhevsk State Technical University. – 2018. T. 21 – № 4. – C. 141–150.

5. *Maksimov, K. O.* A Fractal Capacitor with Variable Parameters / K. O. Maksimov, P. A. Ushakov // Instrument Engineering in the 21st Century – 2013 // Integration of Science, Education and Production : Proc. materials IX All-Russia. scientific and technical conf. with International participation (Izhevsk, Nov. 13–15, 2013). – Izhevsk : Izd.Te., ISTU named after M. T. Kalashnikov, 2014. – P. 59–65.

6. *Maksimov, K. O.* The solution to the problem of ensuring the specified parameters of fractal radio elements based on resistive-capacitive medium : dis. … cand. tech. sciences. – Izhevsk, 2013. – 157 s.

S. V. Stoichev, Post-graduate
E-mail: stoichevsv@yandex.ru
P. A. Ushakov, CSc in Engineering, Professor
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

The Concept of the Program Complex Analysis and Synthesis of Elements with Fractal Impedance Based on Two-Dimensional RC-EDP

The advantages and disadvantages of existing programs for the analysis and synthesis of elements with fractal impedance (EFI) are considered, the concept of a software package for the analysis and synthesis of EFI based on several two-dimensional RC-EDP, with the possibility of virtual fitting, is proposed to ensure the specified parameters of EFI.

Keywords: element with fractal impedance; R-C-NR-line; thick-film technology.

Structuring and synthesis of fractional (nonintegral) chains and systems recently became the subject of increased attention. Such systems and devices of fractional order use special analog passive elements that have an impedance that depends on the frequency raised to the fractional power α ($\alpha < 1$) [1]. Two-pole elements of this type are called *elements with fractal impedance* (EFI).

The expression for fractal impedance (FI) can be written as follows:

$$\dot{Z}_F = (1/\omega^{\alpha} C_{\alpha}) e^{-j\alpha\pi/2}, \quad (1)$$

where ω is the circular frequency, $0 < \alpha < 1$, C_{α} is the constant, meaning the fractal capacity. It follows that FI is characterized by three parameters: values α, C_{α} and the frequency range ($\omega_1 < \omega < \omega_2$), in which these values can be considered constant with a given error. Characteristic feature of the FI phase frequency response is the constancy of the phase shift, which takes on values $\varphi_c = -\alpha\pi/2$ in a limited frequency range.

Paper [1] propose it is also shown that the most technologically advanced and suitable for practical use is the design of an EFI based on resistive-capacitive elements with distributed parameters (RC-EDR). In paper [2] developed program for synthesizing EFI structure with an impedance frequency dependence index α from 0.01 to 0.85 and with non-uniformity of input impedance phase frequency response no more than 1° in the frequency range of at least two decades, consisting of two to four one-

© Stoichev S. V., Ushakov P. A., 2019

dimensional homogeneous R-C-NR lines interconnected in a specific way. The basic principle of the program is the calculation of the objective function using analytical expressions consisting of the coefficients of each R-C-NR-line Y-parameters matrix.

Paper [3] proposes a resistive-capacitive element with distributed parameters with the structure of layers (R1+R2)-C-NR. This structure differs from the one-dimensional homogeneous R-C-NR-EDP in that the upper resistive layer is divided into two parts, which means the element contains six connecting leads. It appears that an increase in the number of structure parameters will improve its basic parameters, and an increase in the number of possible variants for two-pole switching during synthesis will allow reducing the number of required elements.

The new six-pole structure is no longer the R-C-NR-line , since the distribution of potentials in resistive layers is two-dimensional. A numerical solution of the boundary value problem using the finite distributed element method is required to her analyze [4].

On this mathematical basis, the "RCWorkbench" program [5] was developed, which, using the finite element method and an optimization method based on a genetic algorithm, finds the topology of two-dimensional RC-EDP according to the specified parameters, and also calculates the coefficients of an undefined Y-matrix depending on frequency.

The main disadvantage of the "RCWorkbench" program is that it does not provide synthesis of EFI based on several two-dimensional RC-EPR, as, for example, in the program [2]. Therefore, the range of the α indicator realizable values and the frequency range within which the α value remains constant decreases markedly.

The paper [6] described the methodic of parameters adjusting of the manufactured prototypes of EFI, which initially suggest "virtual" adjustment in program of synthesizing two-dimensional EFI. However, only in that case, when EFI consists of several two-dimensional RC-EDPs, then the implementation of this technique is almost impossible.

The purpose of this paper is to develop the software package structure, which would contain the capabilities for analyzing and synthesizing EFIs based on several RC-EDPs, as well as the possibility for virtual fitting, the results of which are necessary to perform subscript operations on the produced EFI to ensure the specified parameters.

A modular approach was selected for the development of the software package structure. The approach principle is to split the process into functionally independent separate parts (modules) that have a logically completed group of commands that implement a given function, as well as include inter-module communication interfaces.

It is proposed to divide the software package into the following modules:

“Circuit editor” – the main module, which will store information about each RC- EDP placed to the workspace from the database. In the working area, the RC-ERP poles will be connected, forming the internal EFI scheme and setting the two-pole switching. Using the interface that interconnects with the RCWorkbench program, the possibility will be is implemented to changing structural parameters of each element.

“Analysis” – the module that performs the transfer function calculation based on the information received from the “Circuit Editor” module. In case of inhomogeneous elements occurring in the circuit, the coefficients of the undefined Y-matrix will be automatically calculated using the heterogeneous RC-EDPs analysis function of the RCWorkbench program via the interconnection interface.

“Synthesis” – this module searches for optimal structural parameters of each RC-EDP and two-pole switching scheme in order to achieve the required parameters and characteristics.

“Virtual fitting” – the module which searches for optimal fitting options, implying by changing the topology of the upper resistive EFI layer.

The block diagram of the developed software package structure is presented in fig. 1.

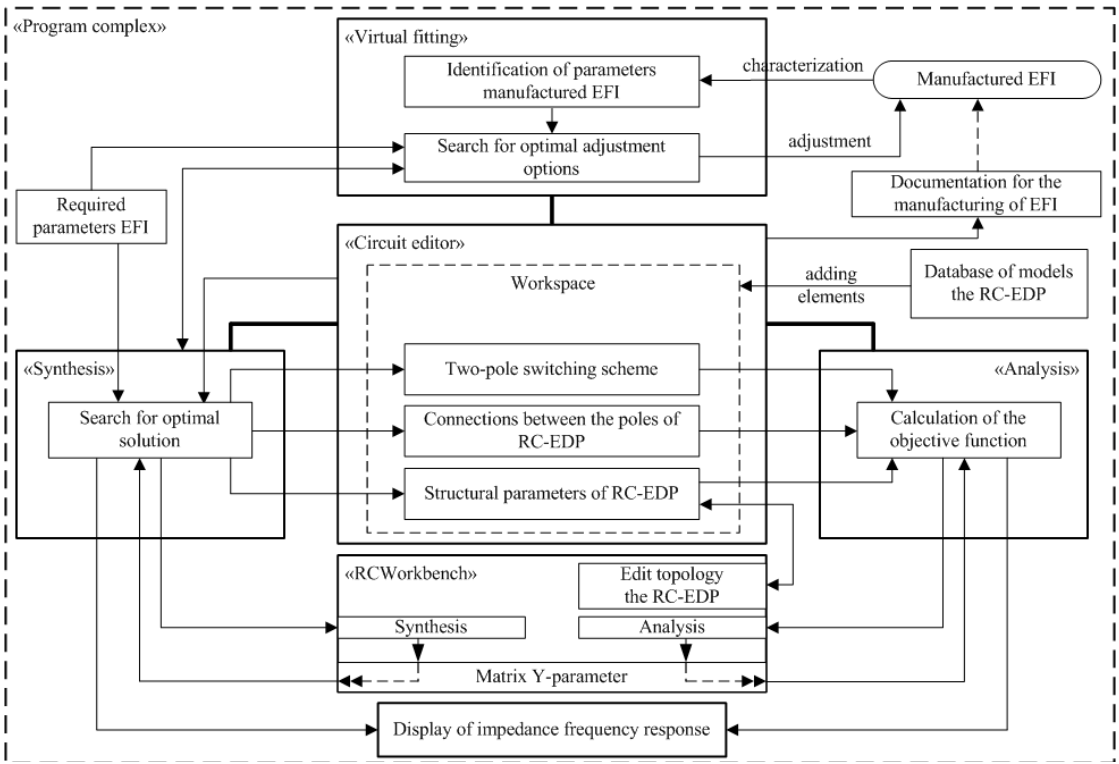


Fig. 1. Block diagram program complex

In fig. 2 presented the implementation of module “Circuit Editor”.

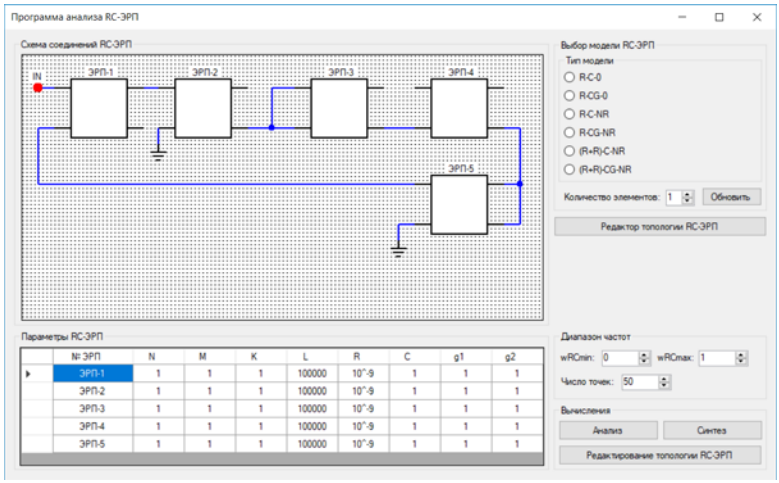


Fig. 2. Work window of module “Circuit editor”

Conclusions

In this paper considers the advantages and disadvantages of existing programs for the analysis and synthesis of elements with fractal impedance. Based on the unique functionality of each of the programs, the structure of the functionally integrating software package has been developed that allows for realizing the possibilities of analyzing and synthesizing EFI based on several two-dimensional RC-EDPs, as well as virtual fitting, to provide the specified EFI parameters. The principle of modularity, used in the development, will ensure the effective organization of the phased development of the complex and its further modification associated with the addition of new features.

References

1. *Гильмутдинов, А. Х.* Фрактальные элементы : учеб. пособие / А. Х. Гильмутдинов, П. А. Ушаков ; предисл. С. А. Никитова ; под ред. А. Х. Гильмутдинова. – Казань : Казан. гос. техн. ун-т, 2013. – 308 с.

2. *Максимов, К. О.* Решение задачи обеспечения заданных параметров фрактальных радиоэлементов на основе резистивно-емкостной среды : автореф. – Ижевск : ИжГТУ, 2013. – 16 с.

3. *Подсизерцев, М. А.* Анализ характеристик шестипо-люсного R-C-NR-ЭРП при различных двухполюсных схемах включения / М. А. Подсизерцев,

П. А. Ушаков // Приборостроение в XXI веке – 2015. Интеграция науки, образования и производства (Ижевск, 25–27 нояб. 2015 г.) : сб. материалов XI Междунар. науч.-техн. конф. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2016. – С. 134–140.

4. *Гильмутдинов, А. Х.* Резистивно-емкостные элементы с распределенными параметрами: Анализ, синтез и применение. – Казань : Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2005. – 350 с.

5. А. с. 2010612900. Программа синтеза конструкции резистивно-емкостных элементов с распределенными параметрами / правообладатель: Филиппов А. В. ; авторы: А. В. Филиппов, П. А. Ушаков, К. В. Красноперов.

6. *Гильмутдинов, А. Х.* Обеспечение заданных параметров характеристик фрактальных элементов на основе RC-ЭРП / А. Х. Гильмутдинов, К. О. Максимов, П. А. Ушаков // Успехи современной радиоэлектроники. – 2017. – № 7. – С. 15–22.

Секция 5. СТРОИТЕЛЬСТВО, ДИЗАЙН, ЭНЕРГЕТИКА И ЖКХ

П. И. Гудкова, студентка
Тел. (3424) 12-06-88, e-mail: polinka12.12@mail.ru
Т. П. Чепикова, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Промышленные технологии»
Тел. (3424) 12-06-88, e-mail: chepikova_tanja@mail.ru.
С. Н. Красильников, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Промышленные технологии»
Тел. (3424) 12-06-88, e-mail: krasilnikov477@yandex.ru
Чайковский технологический институт (филиал)
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Анализ качества питьевой воды в городе Чайковском Пермского края

В данной статье на примере г. Чайковского рассматриваются вопросы снабжения населения водой, которая не соответствует санитарно-гигиеническим требованиям по различным показателям несмотря на то, что водоочистка тщательно контролируется и организации, обеспечивающие водоснабжение, соблюдают санитарные правила и нормы.

Ключевые слова: вода; качество; санитарно-гигиенические нормы.

Вода, как известно, источник жизни на земле. Человек на 70 % состоит из воды, поэтому от ее качества зависит здоровье и нормальное функционирование организма. Питьевая вода, не соответствующая санитарно-гигиеническим требованиям, на сегодняшний день представляет серьезную опасность: в ней обнаруживают вирусы, бактерии и гормоны, повышенное содержание металлов, оксидов, других вредных для здоровья химических соединений. В государственном докладе «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в России» сообщается, что именно некачественная водопроводная вода является одним из факторов, вызывающих рост количества онкологических заболеваний, различных инфекций, болезней системы кровообращения. По оценкам Всемирной Организации

© Гудкова П. И., Чепикова Т. П., Красильников С. Н., 2019

Здравоохранения частота заболеваний, переносимых водой, является самой высокой.

Исходя из вышеизложенного поставлена цель – исследовать состояние качества воды на территории Пермского края в городе Чайковском.

Нормы качества питьевой воды в России регламентируются СанПиН 2.1.4.1074-01 (Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»), который был принят в 1997 г. и доработан в 2001 г. В этом документе устанавливаются гигиенические требования к качеству питьевой воды, а также правила контроля качества воды, производимой и подаваемой централизованными системами питьевого водоснабжения населенных мест (системы водоснабжения).

СанПиН предназначен для организаций, деятельность которых связана с проектированием, строительством, эксплуатацией систем водоснабжения и обеспечением населения питьевой водой, а также для органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Требования СанПиН должны выполняться при разработке государственных стандартов, строительных норм и правил в области питьевого водоснабжения населения, проектной и технической документации систем водоснабжения, а также при строительстве и эксплуатации систем водоснабжения.

Требования к питьевой воде таковы:

– питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства;

– качество питьевой воды должно соответствовать гигиеническим нормативам перед ее поступлением в распределительную сеть, а также в точках водоразбора наружной и внутренней водопроводной сети;

– безопасность питьевой воды в эпидемическом отношении определяется ее соответствием нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям.

В случае принятия решения о запрещении или приостановлении использования питьевой воды организациями, обеспечивающими эксплуатацию системы водоснабжения, разрабатываются по согласованию с центром госсанэпиднадзора и осуществляются мероприятия, направленные на выявление и устранение причин ухудшения ее качества и обеспечение населения питьевой водой, отвечающей требованиям СанПиН.

По данным гендиректора компании «Свободный сокол», производителя оборудования для водоснабжения, Игоря Ефремова, 70 % труб питьевых водопроводов, общая протяженность которых в России более 560 тысяч километров, требуют модернизации. Изношенные коммуникации обусловливают повышенное содержание железа в очищенной муниципальными фильтрами до стандартных показателей воде. Часто оперативно поменять трубы или модернизировать очистные сооружения не получается из-за отсутствия финансирования.

Реальное состояние системы водоснабжения в России привело к тому, что Роспотребнадзор был вынужден выпустить приказ от 28.12.2012 г. № 1204 «Об утверждении критериев существенного ухудшения качества питьевой и горячей воды», согласно которому содержание отдельных веществ может значительно превышать предельно допустимую концентрацию (железо – до 10 раз, медь – до 3 раз, нитраты – до 5 раз).

Центральная аналитическая лаборатория МУП «Водоканал г. Чайковский» проводит исследования ежемесячно. По результатам исследования питьевой воды перед поступлением в распределительную сеть города (II подъем) за февраль месяц 2018 г. было выявлено, что перед поступлением в распределительную сеть питьевая вода полностью соответствует требованиям данного документа [Отчет Центральной аналитической лаборатории МУП «Водоканал г. Чайковский»*. URL: http://www.chaikvk.my1.ru/index/kachestvo_vody/0-31]. Согласно представленному отчету центральной аналитической лаборатории МУП «Водоканал» превышение нормативов по химическим показателям за март составляет 23,5 %, из них 2,9 % проб превышает показатели по мутности и 21,6 % по концентрации железа. Превышения концентрации железа в пробах воды свидетельствуют о большой изношенности труб, которые уже подверглись сильной коррозии и содержат различные химические отложениям на внутренний поверхности.

Износ центрального городского водовода г. Чайковского, который берет начало с водозабора от берега Удмуртской Республики и идет по дну реки Кама в город, по словам работников предприятия составляет 80 %, резервный водовод отсутствует. По сводкам Единой дежурно-диспетчерской службы Чайковского района, за 2 года на сетях холодного водоснабжения произошло более 340 порывов, на сетях водоотведения – 140 аварий и около 500 засоров. За два последних года капи-

*По результатам исследования питьевой воды перед поступлением в распределительную сеть города (II подъем) за февраль месяц 2018 г. Чайковский, 2018.

тально отремонтирована лишь незначительная протяжённость трубопроводов холодного водоснабжения.

Подтверждение о том, что водопроводная вода является некачественной, можно получить, проводя простой эксперимент в домашних условиях и используя один из известных методов для определения качества воды не в лабораторных условиях. Для эксперимента капля воды помещается на поверхность чистого зеркала. Оставшийся после испарения след свидетельствует о том, что вода имеет значительное количество посторонних примесей и вряд ли пригодна для питья.

На основе слов старшего научного сотрудник Института водных проблем РАН Юрий Медовара можно сделать вывод, что реально поможет в домашних условиях обезопасить воду из-под крана.

Кипячение способно убить микробов в воде, но от твердых примесей и металлов не поможет. Кроме того, при кипячении соли и нитриты вступают в реакцию с хлором и образуют новые токсичные вещества. При этом вода лишается таких полезных микроэлементов, как натрий, магний, кальций и фтор, которые просто выпадают в осадок. И питьевая вода становится «мертвой».

Отстаивание помогает избавиться от соединений хлора. В течение определенного времени улетучивается остаточный свободный хлор, который применяют в системах водозабора для обеззараживания воды. В некоторых случаях осадок желтеет, это свидетельствует о выпадении $Fe(OH)_3$. Воду особенно рекомендуется отстаивать весной, когда в водохранилища попадают пестициды с полей, для нейтрализации которых увеличивают концентрацию хлора в водопроводной воде.

Серебро в виде серебряной монеты или ложки способны убить бактерии, но для этого потребуется не менее одного-двух дней.

Активированный уголь добавлять бессмысленно, вода из прозрачной станет черной.

Сорбционный, магистральный фильтр избавляет от примесей, от бактерий не защищает.

Мембранный фильтр очистит воду от примесей и бактерий, но также и от полезных минералов. Это при условии, что фильтр собран качественно и не засорен. Если это не так, то в процессе прохождения воды через фильтр очистки может и не произойти. Или вода очистится, но станет бесполезной – все нужные микроэлементы останутся в фильтре. Если вы будете пить такую воду, то она постарается восполнить недостаток микроэлементов из вашего организма.

П. А. Дедюхова, аспирант
E-mail: polina.dedyukhova@mail.ru
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Н. Л. Тарануха, доктор экономических наук, профессор
E-mail: fpidpo@mail.ru
Институт дополнительного профессионального образования
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Проблема влияния точечной застройки на существующие здания и сооружения и пути ее решения

На сегодняшний день вопрос технического обследования зданий и сооружений заключается, в первую очередь, в визуальном осмотре и составлении технического заключения на основе собранного материала о существующих дефектах. Но чтобы решение вопроса о повышении качества существующей постройки имело долгосрочный характер, необходимо комплексное обследование. Комплексное обследование должно учитывать все особенности обследуемого здания, а также включать в себя мероприятия по установлению точной причины существующих деформаций и дефектов. Только в таком случае меры, принятые для устранения дефектов, будут иметь качественный долгосрочный характер.

Целью данного исследования является изучение влияния точечной застройки на существующие дома. Результатом исследования являются рекомендации по проведению строительных работ в городских условиях.

Ключевые слова: техногенная просадочность; техническое обследование; точечная застройка; суффозия; градостроительство, технический надзор.

Введение

Рассматривая проблему технического состояния объектов обследования, необходимо выделить показатель, который существенно влияет на сложность установления причины возникновения деформаций и дефектов в здании, а именно – плотная городская застройка.

Каждое новое возводимое здание, точечная застройка напрямую влияют на существующие объекты городской застройки во время реализации строительного производства. Это связано с перераспределением деформаций в толще грунта, которые во время строительства могут «ударить» в существующее здание. Происходящее уплотнение грунта в месте возводимого объекта строительства негативно влияет на существующие объекты, но самое опасное то, что сложно в момент

© Дедюхова П. А., Тарануха Н. Л., 2019

строительства, а в частности уже по завершении строительного производства, предугадать каким именно образом и на какое именно здание повлияет новая застройка. Поэтому так важно внести ряд дополнений в существующую методологию технического обследования, применяя при этом самые последние технологии в строительстве.

Одним из вариантов ключевых аспектов технического обследования должен являться анализ территории, где находится объект обследования. Это необходимо для того, чтобы установить закономерность распространения дефектов, а также определить, является ли причиной дефектов новая точечная застройка.

В прошлом, во время строительства новых домов применялись малоэффективные мероприятия: котлован под новые фундаменты не ниже подошвы существующих, по краю фундаментов старых зданий забивался короткий шпунт, обеспечивалось свободное перемещение фундаментов и стен новых и существующих зданий с помощью осадочных швов (рис. 1) [1].

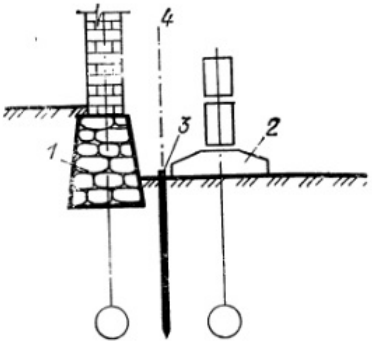


Рис. 1. Схема традиционного устройства фундаментов при тесной городской застройки: *1* – ранее устроенный фундамент; *2* – сборный железобетонный фундамент, более поздней постройки; *3* – технологический шпунт (дерево); *4* – ось осадочного шва

Анализ случаев, при которых процесс строительства новых домов вблизи существующих показал разные причины возникновения деформаций, среди которых главные: недостаточность принятых в проекте конструктивных, технологических и организационных мероприятий; отступление от принятых в проекте решений при производстве строительных работ; низкая технологическая дисциплина на строительстве (отступление от нормативных требований) [1].

Рассмотрев проблему в городе Ижевске, где активно производится точечное строительство, была выделена зона с характерными дефектами, вызванными неравномерным распределением деформаций в грунте (рис. 2).

Рис. 2. Карта с местами точечной застройки и домами с характерными дефектами

На рис. 3 представлено фото строительного комплекса «Ривьера парк», который находится через дорогу от домов с дефектами от неравномерного распределения нагрузок в грунте. На рис. 4 изображен процесс возведения нового многоэтажного комплекса вблизи существующих домов, где появились трещины на фасаде (рис. 5).

Для того чтобы предотвратить распространения трещин, были предусмотрены меры по усилению кирпичной кладки.

Необходимо отметить наличие характерных дефектов в домах, находящихся на значительном расстоянии от места строительства (рис. 6).

Рис. 3. Ривьера парк, г. Ижевск

Рис. 4. Строительство вблизи существующего здания

Рис. 5. Усиление кирпичной кладки в местах появления трещин

Рис. 6. Характерные трещины в стеновых панелях

Проблема неравномерного распределения деформаций в грунтах при точечной застройке очевидна. Более того, радиус воздействия одного строительного производства на существующие постройки непредсказуем в связи с индивидуальными особенностями грунтового основания, техническими мероприятиями по реализации строительного производства, а также другими особенностями конкретного объекта строительства.

В связи с этим необходимо обновить и разработать дополнительные рекомендации по возведению зданий и сооружений вблизи существующих зданий.

На рис. 7 представлена схема с рекомендациями по строительству нового дома вблизи существующих объектов.

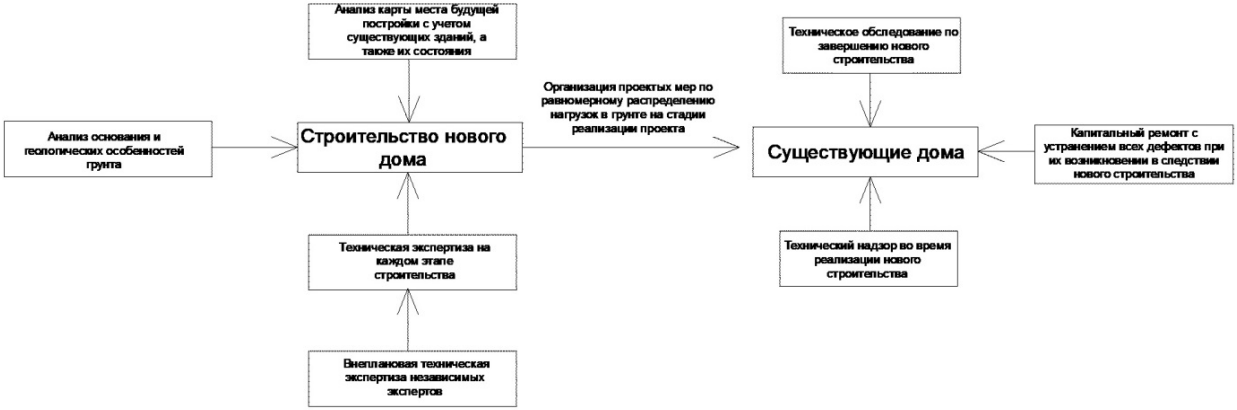


Рис. 7. Схема рекомендаций по строительству нового дома вблизи существующих построек

Основополагающей особенностью предложенной схемы является рекомендация по изучению механических воздействий грунта во время процесса строительства. Необходимо отметить важность дополнительных технических экспертиз на каждом этапе строительного производства, причем техническая экспертиза и обследование должны проводиться также по отношению к существующим домам.

Таким образом, можно сделать следующий вывод: на данный момент существует острая необходимость в усовершенствовании технического обследования, а также технического надзора за реализацией строительного производства с учетом всех факторов среды, где производится строительство. Новые мероприятия позволят учитывать факторы влияния точечной застройки на существующие объекты. Предложенные рекомендации будут полезны каждой строительной организации, осуществляющей строительство в условиях городской застройки.

Список литературы

1. *Сотников, С. Н.* Проектирование и возведение фундаментов вблизи существующих сооружений / С. Н. Сотников, В. Г. Симагин, В. П. Вершинин ; под ред. С. Н. Сотникова. – М. : Стройиздат, 1986. – 96 с.

2. *Грахов, В. П.* Управление производственно-экономическим потенциалом строительных организаций региона : моногр. / В. П. Грахов, Н. Л. Тарануха. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2011. – 120 с.

3. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : федер. закон [от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/ (дата обращения: 25.03.2019).

В. Г. Исаков, доктор технических наук,
профессор кафедры «Водоснабжение и водоподготовка»
А. А. Абрамова, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Водоснабжение и водоподготовка»
А. М. Непогодин, старший преподаватель
кафедры «Водоснабжение и водоподготовка»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел: (3412) 77-60-55, доб. 3270, e-mail: vodosnab@istu.ru

Зеленые технологии в очистке поверхностных и сточных вод объектов ЖКХ

В статье обосновывается актуальность перехода к зеленым технологиям при очистке сточных и поверхностных вод. Приводится анализ методов по очистке поверхностных и сточных вод с помощью высшей водной растительности (тростник, камыш, рогоз, рдест, сусак). Представлены результаты эксперимента по применению водоросли эйхорния в очистке загрязненных хозяйственно-бытовых сточных вод города Воткинска, которые показали высокую эффективность в удалении из воды фенолов, тяжелых металлов, фосфат-ионов.

Ключевые слова: зеленые технологии; сточные воды; эйхорния; биоплато.

Все возрастающий интерес к зеленым технологиям связан с переходом многих стран (Китай, Южная Корея, Япония, Индия, Бразилия, Аргентина, Германия, Швеция, Дания, Австралия, Россия (в рамках альянса БРИКС), Казахстан, США) к зеленой экономике. Зеленые технологии основаны на энерго- и ресурсосбережении, сокращении углеродных выбросов, чистом транспорте, альтернативных источниках энергии и других компонентах, позволяющих экономике развиваться без ущерба для природы и главное – сохранять право человека на чистую питьевую воду, чистый воздух.

Рассмотрим возможность применения зеленых технологий к очистке поверхностных и сточных вод.

Традиционно применяемая технология очистки коммунальных стоков предусматривает механическое разделение загрязненных вод и искусственную биологическую очистку их жидкой фракции. Недоочищенные после аэротенков стоки вносят в водоемы токсичные вещества в концентрациях, опасных для водных экосистем и здоровья человека. Доочистка сточных вод по известным на сегодняшний день

© Исаков В. Г., Абрамова А. А., Непогодин А. М., 2019

технологиям – дело не только непростое, но и экономически невыгодное.

Известно, что в формировании качества воды поверхностного водного объекта важную роль играют высшие водные растения: тростник, камыш, рогоз, рдест, сусак и др. [1–4]. Сообщества высших водных растений весьма эффективно очищают воду от массы поступающих в канал водорослей и продуктов их разложения, тяжелых металлов, органических загрязняющих веществ.

Уже имеются примеры применения высшей водной растительности для доочистки сточных вод предприятий легкой, металлургической, угольной промышленности, животноводческих комплексов, бытовых сточных вод [1]. Так, с 1997 г. зеленые технологии с использованием водоросли эйхорния начали внедряться на российских предприятиях, на очистных сооружениях и отстойниках в Ставрополье, в городах Ессентуки, Лабинск [6], Красноармейск Московской области, на стоках птицефабрики города Киржач Владимирской области, Новосибирске (свинокомплекс «Кудряшевский», аэропорт «Толмачево»). На предприятии «Пермьнефтеоргсинтез» Эйхорния обезвреживает промстоки.

Эйхорнию используют в качестве биосорбента для дезактивации воды водоемов ПО «Маяк» Челябинской области [5]. В Ростовской области ею заселили списанные понтоны и чистят воду в малых реках.

Для применения высшей водной растительности для очистки воды в каналах создаются специальные гидротехнические сооружения – биоплато (рис. 1), поскольку естественно формирующихся на берегах каналов зарослей макрофитов обычно бывает недостаточно для достижения необходимого эффекта очистки воды [7, 8].

Для создания биоплато используют воздушно-водные растения (тростник обыкновенный, рогоз узколистный и др.) и погруженные (уруть колосистая, роголистник погруженный и др.) Наиболее полная очистка достигается при последовательном протекании воды через заросли воздушно-водных и погруженных растений (рис. 2).

Другим важным достоинством биоплато является возможность регулирования численности макрофитов и сдерживания его распространения по акватории водного объекта, а значит сохранение видового разнообразия высших и низших водных растений.

Создание биоплато на каскаде последовательно размещенных биопрудов обеспечивает максимальное удаление из воды ионов аммония, тяжелых металлов, взвешенных веществ, ртути, нефтепродуктов, БПК, ХПК, снижает общее бактериальное загрязнение воды. Повышенное содержание ионов аммония делает питьевую воду биологически не-

стабильной, что приводит несмотря на хлорирование к развитию процессов биологической нитрификации в разводящей сети, появлению в ней биообрастаний и коррозии труб [1–4].

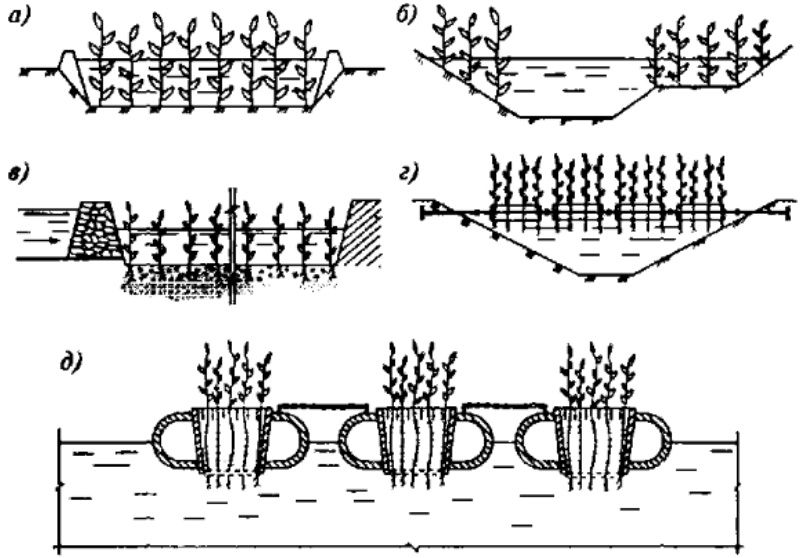


Рис. 1. Конструктивное оформление биоплато в каналах: *а* – русловое; *б* – береговое; *в* – инфильтрационное; *г* – наплавное; *д* – наплавные контейнеры

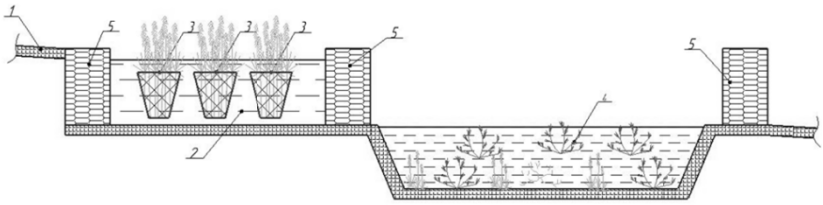


Рис. 2. Комплексная система очистки поверхностных вод: *1* – коллектор; *2* –пруд-накопитель; *3* –контейнеры с высшей водной растительностью; *4* – биоплато с высшей водной растительностью; *5* – габион

Проведенное нами исследование эффективности очистки городских сточных вод г. Воткинске (Удмуртская Республика) с помощью эйхорнии подтвердило ее высокую способность удалять из воды загрязняющие вещества и снижать степень ее токсичности.

Гиацинт водный (эйхорния) представляет собой растение с пучком курчавых ярко-зеленых листьев, собранных в крупную розетку. У каждого листа имеется пузыревидный черешок, удерживающий лист на поверхности воды. Цветет эйхорния цветками с голубыми или бледно-фиолетовыми лепестками.

С целью постановки эксперимента по очистке сточных вод были закуплены луковицы эйхорнии и высажены в экспериментальной емкости, заполненной неочищенной сточной водой (20 м^3), на очистных сооружениях МУП «Водоканал» г. Воткинска. При наличии оптимальной температуры воды (20 °С и выше) и воздуха (не ниже 16 °С) были получены следующие результаты (рис. 3, 4): концентрация растворенного кислорода за 10 дней эксперимента увеличилась в 2 раза, концентрация фосфат-иона уменьшилась в 3 раза, концентрация токсичного фенола уменьшилась в 4 раза, концентрация тяжелых металлов (цинк и железо) уменьшилась в 2 раза. Снижение степени токсичности очищенной эйхорнией воды на 10-й день эксперимента было подтверждено тест-объектом *Dafnia magna*.

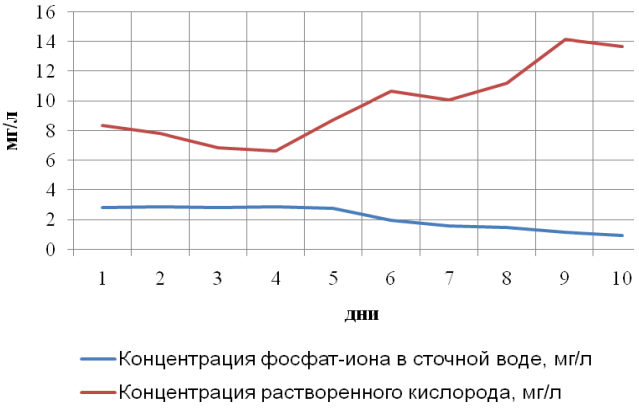


Рис. 3. Результаты количественного химического анализа сточной воды после очистки ее эйхорнией

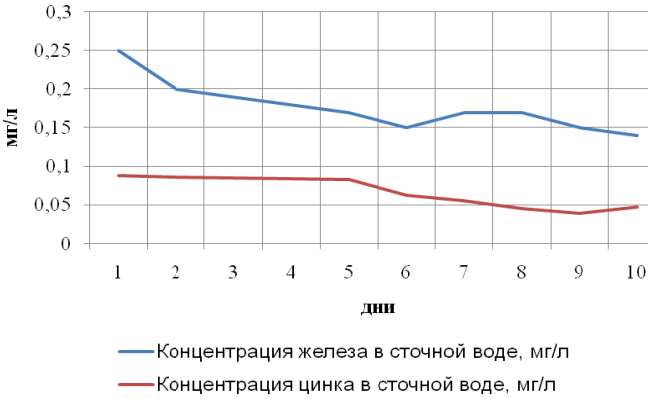


Рис. 4. Результаты количественного химического анализа сточной воды после очистки ее эйхорнией

Таким образом, подтверждено, что в условиях Удмуртской Республики водоросль эйхорнию можно эффективно использовать:

– для доочистки коммунально-бытовых сточных вод, размещая их в контактных резервуарах на станциях ОСК;

– для доочистки от тяжелых металлов промышленных сточных вод, например гальванических производств;

– для очистки малых рек, размещая их на биоплато.

Применение высшей водной растительности для очистки поверхностных и сточных вод позволяет:

1. Сократить расход хлорсодержащих реагентов для подготовки воды в питьевых целях, а значит сократить концентрацию хлора и его опасных производных в питьевой воде (тригалогенметанов).

2. Проводить доочистку промышленных сточных вод, в том числе и радиоактивных, с минимальными затратами на оборудование и реагенты.

3. В условиях Удмуртской Республики применение тропической водоросли эйхорния достаточно эффективно в летнее время, при температурах воды от 20 °С и воздуха не ниже 16 °С.

Список литературы

1. *Ветрова, З. И.* Роль гидробионтов в доочистке сточных вод в биологических прудах / З. И. Ветрова, В. У. Ветров // Доочистка сточных вод. – Кишинев : Молдагроинформреклама, 1990.

2. Накопление высшими водными растениями элементов минерального питания / К. Б. Якубовский [и др.] // Тр. Ин-та биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина. Вторая Всесоюз. конф. по высшим водным растениям. – Борок, 1988.

3. *Мережко, А. И.* Эколого-физиологические особенности высших водных растений и их роль в формировании качества воды : автореф. – М., 1978.

4. Водозаборно-очистные сооружения и устройства / М. Г. Журба [и др.]. – М. : Изд-во АСТ, 2003. – 569 с.

5. *Дмитриева, А. В.* Накопление 90Sr и 137Cs некоторыми видами позвоночных животных в зоне воздействия ПО «Маяк» как фактор облучения человека : автореф. – Озерск, 2012.

6. *Кучинская, Е. А.* Опыт применения эйхорнии для доочистки сточных вод на ОСК города Лабинска / Е. А. Кучинская, Н. С. Финогенова : материалы II Междунар. науч-практ. конф., посвящ 20-летию МГТУ. – Майкоп : Майкоп. гос. техн. ун-т ; Изд-во «Магарин Олег Григорьевич», 2013. – С. 137–140.

А. Э. Пушкарев, доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Теплоэнергетика»
Л. А. Пушкарева, кандидат педагогических наук, доцент,
доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. 8 (909) 065-30-47, e-mail: pushkarev@istu.ru

Проект утилизации тепла подземной автостоянки

Рассматриваются проблемы энергосбережения в системах вентиляции крупных торговых центров. С помощью методов морфологического анализа определен перспективный вариант использования тепла подземной автостоянки. Оценена площадь автопарковки, достаточной для подогрева приточного воздуха. Обсуждаются особенности работы теплового насоса, входящего в систему энергоснабжения торгового центра с подземной автостоянкой.

Ключевые слова: энергосбережение; морфологический анализ; тепловой насос; вентиляция; утилизация тепла; подземная автостоянка.

Проблемы энергосбережения продолжают оставаться актуальными. Одной из систем, потребляющих огромное количество энергии, является система вентиляции. Чем крупнее объект, и чем большее число людей находится в нем, тем значительнее расходы на поддержание требуемых параметров воздуха. Такими объектами в последнее время

© Пушкарев А. Э., Пушкарева Л. А., 2019

являются быстрорастущие торговые центры. В работе [1] поиск энергоэффективной системы вентиляции торгового центра предлагается искать с помощью методов морфологического анализа [2–5]; построена морфологическая матрица систем вентиляции с регенерацией (рис. 1), имеющая три входа, отражающие подачу, нагрев и регенерацию воздуха. Рассмотрено несколько вариантов из 245, содержащихся в матрице. Вариант *ERM* с электрическим нагревом воздуха, роторным регенератором [6] и механической канальной системой подачи воздуха, наиболее часто встречающийся в торговых центрах, проверен временем, но не соответствует современным нормам энергосбережения. В варианте *OLC* воздухонагреватель подключается к газовому котлу, а раствор, используемый в рекуператоре, остающийся жидким при отрицательных температурах, расширяет пределы его использования и дает возможность передавать тепло на расстояние до 700 м, что исключает канальную систему подачи и удаления воздуха.

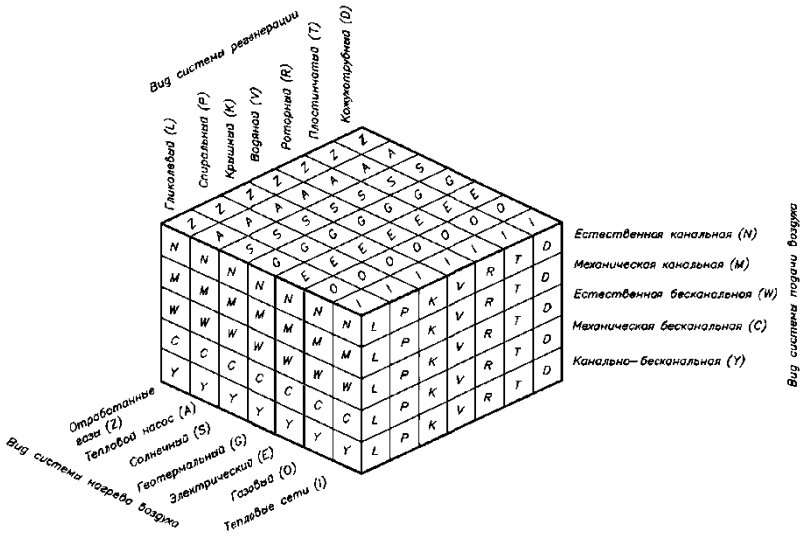


Рис. 1. Морфологическая матрица систем вентиляции с регенерацией

Вариант *AKM* с тепловым насосом, крышным рекуператором и механической системой подачи воздуха может использовать территорию вокруг торгового центра для прокладки горизонтальной разводки труб теплового насоса с последующим устройством на той же территории автопарковки; имеет два дополнительных потребителя электрической

энергии в виде вентиляторов, сложен в монтаже, требует больших капитальных затрат, но представляется перспективным по эксплуатационным затратам [7–9].

К тому же подземная автомобильная парковка, располагающаяся у торговых центров, создает дополнительные теплоизбытки, которые могут увеличить температуру грунта и уменьшить глубину его промерзания, что, в свою очередь, увеличивает КПД теплового насоса.

Для подачи и удаления воздуха используется механическая канальная система, позволяющая избежать проблем с интерьером торгового центра. При такой системе используется роторный регенератор, т. к. перенос теплоты на большое расстояние не требуется.

Дополнительным источником теплоты для теплового насоса является вытяжной воздух, как из помещений самого торгового центра, так и от подземной автопарковки. В последнем случае вытяжная система парковки проектируется таким образом, что выхлопные газы удаляются непосредственно с выхлопных труб автомобилей, вследствие чего температура удаляемого с газами воздуха существенно возрастает (до 80–100 °С) и КПД теплового насоса увеличивается.

Система нагрева воздуха подключается к тепловому насосу. Для получения максимальной эффективности горизонтальный коллектор теплового насоса прокладывается над автомобильной стоянкой (рис. 2). Теплоизбытки, выделяемые автомобилями, нагревают слой грунта, соответственно увеличивается эффективность теплового насоса.

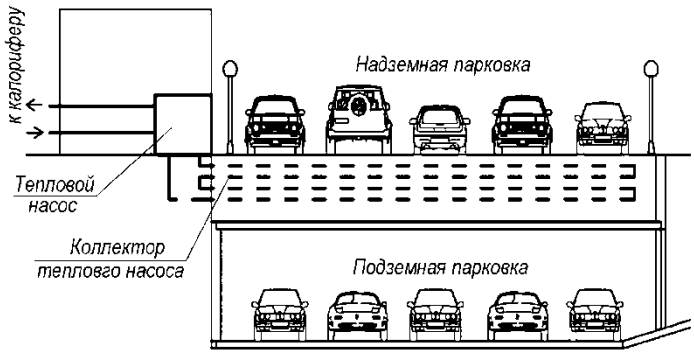


Рис. 2. Схема утилизации теплоты от подземной стоянки

Оценим площадь автопарковки, на которой тепловыделения от автомобилей будут достаточны для подогрева приточного воздуха. Для

расчета принимается торговый центр в г. Ижевске общей площадью 10000 м^2 и высотой помещений 5 м. Тепловой насос компенсирует только мощность, необходимую на нагрев приточного воздуха для торгового центра, отопление не рассматривается. Подземная парковка рассчитана на 200 мест. Расчет производится для автомобиля в режиме прогрева двигателя. Допускается, что все тепловыделения автомобильной парковки отбираются трубами горизонтального коллектора автомобильной парковки.

Расход воздуха, исходя из объема помещения и необходимой кратности воздухообмена, $L = 2 \cdot 10000 \cdot 5 = 100000$ м^3/ч $= 27,7$ м^3/с. Потребная мощность калорифера на нагрев приточного воздуха $Q_к = c_в L(t_в - t_н)$, где $c_в$ = 1200 Дж/(кг·°С) – теплоемкость воздуха; $t_в$ = 20 °С – температура внутри помещений; $t_н$ = –33 °С – расчетная температура наружного воздуха (средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92). Тогда $Q_к$ = 1,76 МВт.

Теплота сгорания жидкого топлива $Q = BQ_р^н K_2 \eta$, где B = 0,0003 кг/с – расход топлива для бензинового двигателя, работающего на холостом ходу в режиме прогрева; $Q_р^н$ = 47300000 Дж/кг – теплотворная способность бензина; K_2 = 0,5 – коэффициент, учитывающий долю тепла, поступающего в помещение; η = 0,95 – коэффициент, учитывающий химическую и механическую неполноту сгорания топлива. Отсюда Q = 6740 Вт.

Тепло, поступающее в помещение от выхлопных газов автомобиля $Q_г = cG_г(t_г - t_{р.з})$, где c = 1068 Дж//(кг·°С) – удельная теплоемкость отработанных газов с температурой 100 °С; $G_г$ = 0,0044 кг/с – массовый расход выработанных газов; $t_г$ = 100 °С – температура газов; $t_{р.з}$ = 5 °С – температура рабочей зоны (температура внутреннего воздуха на парковке). Тогда $Q_г$ = 450 Вт.

Общие теплопоступления от одного автомобиля, работающего в режиме прогрева двигателя, $Q_{общ} = Q + Q_г$ = 7190 Вт. Тепловыделения от 200 автомобилей на подземной парковке $Q_а$ = 1440 кВт.

Допускается, что все тепловыделения автомобильной парковки отбираются трубами горизонтального коллектора автомобильной парковки. Тогда дополнительная мощность, необходимая на нагрев воздуха, $Q = Q_к - Q_а$ = 1760 – 1440 = 320 кВт. Принимается, что с 1 м горизонтального грунтового коллектора теплового насоса отбирается 20

Вт. Тогда суммарная длина труб коллектора l = 320000/20 = 16000 м. Необходимая площадь участка для размещения горизонтального грунтового коллектора при шаге между трубами 0,5 м S = 8000 м^2. Площадь сопоставима с площадью для автопарковки, и проект утилизации теплоты от подземной стоянки автомобилей представляется достаточно эффективным.

Дальнейший ход исследования связан с расчетом процессов, протекающих в элементах теплового насоса. Отбор теплоты от подземной автомобильной парковки будет зависеть от материалов ограждающих конструкций парковки, количества автомобилей и времени их пребывания на парковочном месте. Ввиду того, что тепловая мощность, отбираемая тепловым насосом от автомобильной стоянки, непостоянна в течение суток (это связано с посещаемостью торгового центра, и соответственно, количеством автомобилей на подземной автостоянке), рекомендуется иметь поддерживающую, или резервную систему, работающую от теплового насоса или тепловых сетей. Капитальные затраты, требуемые для введения теплового насоса в эксплуатацию крайне велики по сравнению с традиционными системами. С другой стороны, эксплуатационные затраты на работу теплового насоса с отбором теплоты от подземной автомобильной парковки крайне низки по сравнению с традиционными системами. При проектировании теплового насоса и его внедрении на объект необходимо учитывать фактор снижения средней температуры грунта при эксплуатации.

Список литературы

1. *Нестеров, А. Г.* Морфологический анализ систем вентиляции торговых центров // Теоретические и практические аспекты развития научной мысли в современном мире: 2 ч. Ч. 1 : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (Самара, 8 окт. 2017 г.). – Уфа : Аэтерна, 2017. – С. 58–60.

2. *Пушкарева, Т. А*. Морфологический анализ способов теплоснабжения жилого дома // Наука. Технологии. Инновации : материалы Всерос. науч. конф. молодых ученых : в 11 ч. Ч. 5. – Новосибирск : НГТУ, 2014. – С. 42–44.

3. *Пушкарева, Т. А*. Применение методов морфологического анализа для выбора наиболее экономичного решения использования теплоты отточной воды нефтяных скважин / Т. А. Пушкарева, И. С. Вяргизов, А. Ю. Черных // Фотинские чтения. – 2017. – № 2 (8). – С. 176–180.

4. *Пушкарева, Л. А.* Морфологический анализ применения деревянных конструкций в малоэтажном строительстве / Л. А. Пушкарева, М. П. Ижболдина, А. В. Подшивалова // Фотинские чтения. – 2017. – № 2 (8). – С. 173–176.

5. *Пушкарева, Т. А*. Функционально-структурный и морфологический анализ механических систем преобразования энергии от возобновляемых источников // Энергоресурсосбережение в промышленности, жилищно-коммуналь-

ном хозяйстве и агропромышленном комплексе : материалы регион. науч.-практич. Сем. (Ижевск, 26.02–26.03.2016 г.) / ФГБОУ ВО «ИжГТУ им. М. Т. Калашникова». – Ижевск : ИННОВА, 2016. – С. 18–23.

6. *Пушкарев, А. Э.* Аналитический расчет роторного регенеративного теплообменника / А. Э. Пушкарев, И. А. Пушкарев // Интеллектуальные системы в производстве. – 2016. – № 1. – С. 86–89.

7. *Пушкарев, И. А*. Комплексное использование ветрогенератора и теплового насоса в системе теплоснабжения зданий / И. А. Пушкарев, А. Э. Пушкарев // Составляющие научно-технического прогресса. – 2013. – № 4. – С. 46–48.

8. *Пушкарев, И. А*. Функционально-структурная модель теплоснабжения зданий при использовании теплового насоса // Наука. Технологии. Инновации : материалы Всерос. науч. конф.и молодых ученых. – Новосибирск, 2014. – С. 45–47.

9. *Pushkarev, I. A.* Functional and structural model of a heat supply of buildings with use of nonconventional power sources // Forth Forum of Young Researches // Framework of International Forum “Education Quality – 2014”: Proceeding (April 21–23, 2014, Izhevsk, Russia). – Izhevsk : Publishing House of Kalashnikov ISTU, 2014. – Pp. 225–227.

Н. В. Семакина, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Химия и химическая технология»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 77-60-55, e-mail: nadezhda_semakina@mail.ru

Электронный курс повышения квалификации в сфере строительства и ЖКХ

Представлен опыт разработки и реализации дистанционного модуля «Научно-практические основы инновационных проектов в строительстве и сфере ЖКХ» в рамках реализации проекта Фонда инфраструктурных и образовательных программ Роснано: разработка дополнительной профессиональной образовательной программы повышения квалификации по теме «Российские инновационные ресурсосберегающие технологии для повышения экономической эффективности строительства и сферы ЖКХ». Приведены цель, задачи, структура и учебно-тематический план дистанционного модуля. Работа по созданию и апробации дистанционного модуля проведена на базе Института дополнительного профессионального образования ИжГТУ имени М. Т. Калашникова.

Ключевые слова: строительство и ЖКХ; повышение квалификации; электронный учебный курс; инновационные строительные материалы.

© Семакина Н. В., 2019

Введение

Одним из факторов развития наноиндустрии и инновационной экономики Российской Федерации в целом является значительное улучшение кадрового обеспечения компаний, разрабатывающих и использующих нанотехнологии. Качество производимой продукции, а также уровень как научных исследований, так и спроса в этой междисциплинарной области определяются квалификацией кадров. Поэтому перед системой дополнительного профессионального образования стоят задачи устранения квалификационных дефицитов и устойчивого воспроизводства кадров высокотехнологических компаний [1–3].

В связи с появлением на рынке России отечественных инновационных продуктов и строительных материалов и применением их в производственной деятельности необходимо периодически обновлять теоретические и практические знания специалистов строительной области и сферы ЖКХ.

Актуальность создания современной образовательной программы по теме «Российские инновационные ресурсосберегающие технологии для повышения экономической эффективности строительства и сферы ЖКХ» обусловлена как появлением новых перспективных инновационных, высокотехнологичных материалов, наноматериалов и технологий для строительной отрасли и ЖКХ и возможностями широкого их использования, так и недостатком специалистов, обладающих необходимой степенью квалификации для проектирования и монтажа новых современных ресурсосберегающих материалов.

Целью настоящего исследования является проектирование базового модуля «Научно-практические основы инновационных проектов в строительстве и сфере ЖКХ» образовательной программы повышения квалификации по теме «Российские инновационные ресурсосберегающие технологии для повышения экономической эффективности строительства и сферы ЖКХ» для специалистов следующих целевых групп:

1. Технические заказчики, руководители профильных ведомств, руководители проектов, применяющие в сфере ЖКХ и строительстве инновационные технологии и материалы;

2. Руководители строительных, монтажных управлений и специалистов-строителей, непосредственно выполняющих строительно-монтажные и отделочные работы на объектах ЖКХ;

3. Руководители производственных участков соответствующих управлений, жилищно-ремонтных предприятий (ЖРП), эксплуатирующих объекты;

4. Инженерно-технические работники: инженеры производственно-технических отделов, технологи, технические работники, осуществляющие надзор за проведением работ и эксплуатацией, проектировщики;

5. Представители ТСЖ и управляющих компаний;

6. Торговые организации, дистрибьюторы, распространяющие строительные материалы в РФ и за ее пределы.

В соответствии с требованиями Фонда инфраструктурных и образовательных программ Роснано разработка и реализация базового модуля образовательной программы происходит в дистанционном режиме. Специфика реализации базового модуля в режиме *e-learning* требует применения информационных и телекоммуникационных образовательных технологий. Основным структурным элементом при дистанционном обучении является электронный учебный курс (ЭУК). Профессионально разработанный ЭУК, учитывающий педагогические и психологические аспекты обучения с использованием инновационных технологий, является основным информационно несущим инструментом при дистанционном обучении [4–6].

Работа по разработке ЭУК «Научно-практические основы инновационных проектов в строительстве и сфере ЖКХ» проводилась по следующим этапам:

1. Определение трудовых функций и квалификационных дефицитов специалистов, направляемых на обучение;

2. Разработка базовых элементов ЭУК;

3. Разработка учебных материалов и оценочных средств;

4. Проведение апробации (в процессе пилотной реализации ЭУК).

С целью определения и уточнения требуемых образовательных результатов повышения квалификации проведено исследование, согласованное с руководством консорциума «ГК «Стена» (г. Ижевск, Удмуртская Республика), а также строительных компаний и фирм, занимающихся капитальным ремонтом и обслуживанием объектов сферы ЖКХ. При этом были использованы методы: фокус-групп, анкетирование, анализ технической документации, опрос экспертов строительных компаний.

Для формирования конечных образовательных результатов были сформулированы наименования разделов ЭУК и их содержание, выбраны адекватные образовательные технологии и формы организации образовательного процесса.

Разработка каждого раздела ЭУК включала следующие основные этапы работ:

– разработка структурного плана раздела;

– подготовка учебно-тематического плана раздела;
– подготовка содержательной части раздела;
– проведение апробации и анализ ее результатов.

На основе модульно-компетентностного подхода разработан учебно-методический комплекс (УМК) дистанционного модуля «Научно-практические основы инновационных проектов в строительстве и сфере ЖКХ», включающий рабочую программу, учебные материалы и оценочные средства. Сформулированы цели и задачи – требования к результатам освоения дистанционного модуля, а также показатели оценки образовательных результатов (табл. 1).

Таблица 1. **Формируемые образовательные результаты и показатели их оценки**

Результаты	Формулировка показателя
Знания	
Знать перечень и содержание нормативных документов, регламентирующих внедрение в сферу строительства и ЖКХ и дальнейшую эксплуатацию изделий, изготовленных с использованием инновационных строительных материалов и систем	Объясняет содержание нормативных документов, регламентирующих внедрение в сферу строительства и ЖКХ и дальнейшую эксплуатацию изделий, изготовленных с использованием инновационных строительных материалов и систем
Знать характеристики инновационных строительных материалов и систем, позволяющих создавать для жизни и деятельности людей комфортные, экологически безопасные пространства	Перечисляет характеристики инновационных строительных материалов и систем, позволяющих создавать для жизни и деятельности людей комфортные, экологически безопасные пространства
Опыт практической деятельности	
Опыт выбора инновационных материалов и систем, соответствующих виду строительных работ по их заданным характеристикам	Классифицирует инновационные материалы и системы по различным основаниям: характеристикам и видам строительных работ

Учебно-тематический план ЭУК с детализацией по темам, и распределением времени по видам учебной деятельности представлен в таблице 2.

Таблица 2. **Учебно-тематический план ЭУК**

Наименование разделов	Содержание учебного материала, самостоятельная работа обучающихся	Количество часов
1. Инновации в строительной области и сфере ЖКХ	*Содержание учебного материала*	
	1. Определения инноваций. Критерии отнесения продукции к инновационной и (или) высокотехнологичной продукции, к категориям продукции наноиндустрии. Нормативные документы, регламентирующие внедрение в сферу строительства и ЖКХ и дальнейшую эксплуатацию изделий, изготовленных с использованием инновационных строительных материалов и систем.	3
	2. Объекты и понятия нанотехнологий. Специфика поведения вещества в нанометровом размерном диапазоне. Классификация наноматериалов.	2
	3. Особенности структуры, физико-механических и химических свойств наноструктурированных строительных материалов. Методы и технологии их получения.	3
	Самостоятельная работа	
	Выбор модифицированных бетонов (био- и нанобетонов) в зависимости от их заданных характеристик для следующего применения: монолитное строительство, мостостроение, в качестве тротуарной плитки. Обоснование выбора.	4
2. Инновационные материалы и особенности их применения	*Содержание учебного материала*	
	1. Инновационные углеродные материалы, их характеристики, применение в строительстве и сфере ЖКХ	2
	2. Обзор российских и зарубежных разработок инновационных строительных материалов и систем	2
	Самостоятельная работа	
	Выбор инновационных материалов по их заданным характеристикам для строительства жилого многоквартирного дома на территории Сахалинской области. Обоснование выбора	8

Содержательная часть ЭУК включает следующие образовательные ресурсы: презентации, контрольно-измерительные материалы для самопроверки обучающимися получаемых знаний, задания для самостоятельной работы с целью получения ОПД.

Содержание учебных материалов соответствует поставленным целям и задачам обучения и раскрывается на слайдах следующих типов (табл. 3).

Таблица 3. **Типы слайдов**

Типы слайдов	Решаемая задача	Реализация
Информационные	Наглядное представление теоретической информации в рамках раздела ЭУК	Разработка слайдов, содержащих текстовую информацию, иллюстрации, интерактивные схемы, графики, таблицы, видеофрагменты, ссылки на документы и внешние ресурсы
Демонстрационные	Наглядное представление выполнения конкретных работ или течения процессов	Разработка анимированных демонстраций, видеодемонстрации, 3D-модели реальных объектов
Практические	Закрепление знаний, выработка умений и ОПД посредством выполнения практических заданий	Разработка практических заданий
Контрольные	Самоконтроль и контроль приобретенных знаний, умений и навыков	Разработка контрольных вопросов и оцениваемых тестовых заданий

Разработанный дистанционный модуль прошел апробацию в процессе пилотной реализации программы на группе слушателей консорциума «ГК «Стена» из 25 человек. Анализ самостоятельной работы обучающихся, а также выполненных ими тестовых заданий показал эффективность выбранных форм и образовательных технологий.

Разработанный УМК дистанционного модуля может быть использован в составе образовательных программ для магистратуры и/или программ повышения квалификации по направлению «Наноматериаловедение».

Список литературы

1. Концепция образовательной деятельности Фонда инфраструктурных и образовательных программ роснано. – М., 2013. – 12 с.

2. *Семакина, Н. В*. Разработка образовательной программы профессиональной переподготовки и УМК в области разработки и производства наноструктурированных полимерных материалов / Н. В. Семакина, В. И. Кодолов //

Достижения науки – агропромышленному производству : сб. материалов LIII Междунар. науч.-техн. конф. под ред. д-ра техн. наук П. Г. Свечникова. – Ч. IV. – Челябинск : ЧГАА, 2014. – С. 62–67.

3. *Семакина, Н. В*. Опыт методических разработок в нанообразовании при переподготовке кадров на предприятии / Н. В. Семакина, В. И. Кодолов // От наноструктур, наноматериалов и нанотехнологий к наноиндустрии : тез. докл. Пятой Междунар. конф. / под общ. ред. проф. В. И. Кодолова. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2015. – С. 180–182.

4. *Семакина, Н. В*. Опыт создания современных образовательных ресурсов для переподготовки кадров на предприятии // VII Конференция нанотехнологического общества России : тез. докл. VII Ежегод. конф. НОР, 2 марта 2016 г., Москва. – М. : НОР, 2016. – С. 185–188.

5. *Семакина, Н. В*. Дистанционный курс «Основы электрохимии применительно к накопителям энергии» // Достижения науки – агропромышленному производству : материалы LV Междунар. науч.-техн. конф. / под ред. проф., д-ра с.-х. наук М. Ф. Юдина. – Ч. IV. – Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2016. – С. 63–70.

6. *Семакина, Н. В*. Опыт использования технологии e-Learning в переподготовке инженерных кадров // Инновации в образовании : сб. материалов науч.-метод. конф. преп. и сотр. ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, Ижевск, 13–15 апр. 2016 г. / ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова». – Ижевск : ИННОВА, 2016. – С. 211–213.

Д. А. Хворенков, кандидат технических наук,
зав. кафедрой «Теплоэнергетика»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 8102, e-mail: HvorenkovDA@mail.ru
О. И. Варфоломеева, кандидат технических наук, доцент,
директор Института энергетики и ЖКХ
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 77-39-94, e-mail: VarfolomeevaOI@mail.ru

Расчет влажностного режима материалов дымовых труб для выбора режима эксплуатации котельных установок

Представлена методика расчета температурно-влажностного режима кирпичных и железобетонных дымовых труб, в том числе их стенок. Моделируются процессы теплообмена продуктов сгорания в газовом объеме дымовых труб, а также тепло- и массообмена в их стенках. Рассчитаны параметры влагопереноса в стенках железобетонной дымовой трубы в различных

© Хворенков Д. А., Варфоломеева О. И., 2019

режимах работы котельной установки. Определена минимальная температура дымовых газов на входе в дымовую трубу при различной скорости на входе и сжигаемом топливе: природном газе и каменном угле, при которой конденсация в конструкциях дымовой трубы отсутствует.

Ключевые слова: дымовая труба; котельная установка; конденсатообразование; диффузия водяных паров; математическая модель; численное моделирование.

В настоящее время применение котельных установок в качестве источника теплоснабжения в условиях как городской застройки, так и на промышленных предприятиях, остается актуальным и даже имеет тенденцию к росту. Эксплуатируются как районные котельные и котельные предприятий, построенные несколько десятилетий назад, так и вновь построенные крышные и пристроенные к жилым зданиям котельные. Для котельной установки любого назначения снижение затрат на топливо и эксплуатацию, влияющие на стоимость отпускаемой тепловой энергии, является актуальным.

Среди всех потерь в общем тепловом балансе котельной установки наибольшими, как правило, являются потери теплоты с уходящими газами. Однако последствия необоснованного снижения температуры приводит к образованию конденсата в системе дымоудаления и как следствие – к коррозионным процессам. Поэтому важной технической задачей является снижение температуры уходящих газов при соблюдении *сухого* температурно-влажностного режима системы дымоудаления, обеспечивающего отсутствие конденсации водяных паров или паров серной кислоты из дымовых газов.

Для элементов систем дымоудаления из газонепроницаемых материалов, например, из стали, задача решается путем моделирования газодинамических и теплообменных процессов в них. По температуре поверхностей и полю статического давления определяется термодинамическое состояние водяных паров дымовых газов и наличие конденсата.

Более сложной задачей является расчет температурно-влажностного режима самих стенок, выполненных их газопроницаемых материалов, таких как кирпич и бетон.

Увлажнение материалов стенок кирпичных и бетонных дымовых труб при длительном воздействии приводит к разрушению дымовых труб и потери их несущей способности. При расчете увлажненных конструкций необходимо учитывать и влияние их влажностного состояния на характеристики тепло-, влаго- и паропроницания материа-

лов [1]. Наибольшее влияние на влажностный режим стенок при эксплуатации дымовых труб оказывает влага, конденсирующаяся или сорбирующаяся на внутренней поверхности стенки трубы. Эта влага в основном в виде пара переносится диффузией сквозь стенку кирпичных и железобетонных дымовых труб, которая при неблагоприятных условиях конденсируется в толще стенки трубы.

Авторами была разработана методика определения зоны конденсации в элементах систем дымоудаления, а также минимально допустимой температуры уходящих газов на входе в систему дымоудаления, при которой начинается процесс конденсации. В основу методики положено численное моделирование газодинамических и тепломассообменных процессов.

Далее методика, расчеты и их результаты представлены для дымовых труб. Расчет влажностного режима стенок дымовой трубы заключается в проверке возможности выпадения конденсата на внутренней поверхности трубы и определении зоны возможного выпадения конденсата в толще стенки.

Поддержание температуры внутренней поверхности дымовой трубы $\tau_{\text{Â}}$ выше температуры точки росы t_d позволяет не допустить конденсации паров воды или серной кислоты на поверхности. Необходимая температура внутренней поверхности может быть обеспечена, в первую очередь, увеличением термического сопротивления ствола трубы или повышением температуры потока дымовых газов.

В силу нелинейности решаемой системы уравнений расчет проводится по итерационному алгоритму. Расчет влажностного режима газового объема и стенки дымовой трубы проводится совместно с тепловым расчетом позонно.

Проверка на выпадение конденсата может быть проведена по неравенству $e_{\text{В}} > E_{\text{В}}$, которое описывает условия выпадения конденсата, когда упругость водяного пара $e_{\text{В}}$, вычисленная по температуре внутренней поверхности стенки $\tau_{\text{В}}$, больше максимальной упругости водяного пара $E_{\text{В}}$, определенной по температуре внутреннего воздуха $t_{\text{В}}$.

Расчет температурного поля в стенке выполнялся по одномерным уравнениям теплопередачи, диффузионные процессы – по одномерным уравнениям масопереноса. Теплообмен на наружной поверхности дымовых труб рассчитывался по уравнению [2]. Теплообмен на внутренней поверхности – по критериальному уравнению теплообмена для вынужденного течения, приведенному в [3]. Сопротивление влагоотдачи определено с использованием зависимости из [4].

Расчет проводился с учетом изменения статического давления внутри потока по высоте трубы.

С применением вышеописанной методики проведено исследование тепло- и массообменных процессов в стенке железобетонной сборной цилиндрической дымовой трубы по типовому проекту [5]. Присоединение газоходов надземное на отметке 4,4 м по центру высоты газохода, толщина стенки трубы до высотной отметки 8,0 м составляет 250 мм; выше отметки 8,00 м – 100 мм (рис. 1). По проекту дымовая труба однослойная, железобетонная с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{\text{ТР}} = 2,04\ \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ и коэффициентом паропроницаемости $\mu = 0,03\ \text{мг}/(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па})$.

В источнике [4] автор при расчете влажностного режима рекомендует принимать среднюю температуру наиболее холодного месяца. Расчет проводился для климатических параметров наиболее холодного месяца г. Ижевска: средняя температура $t_{\text{Н}} = -13,4\ ^\circ\text{C}$, средняя относительная влажность $\varphi_{\text{Н}} = 83\ \%$, барометрическое давление $B = 99700\ \text{Па}$ [6].

Физические параметры дымовых газов соответствуют продуктам полного сгорания природного газа системы газоснабжения г. Ижевска; при коэффициенте избытка воздуха $\alpha = 1,05$ молярная доля водяных паров $r_{\text{H}_2\text{O}} = 0,192$ в дымовых газах. Скорость дымовых газов на входе в дымовую трубу принята 15 м/с; температура продуктов сгорания на входе 110 °С.

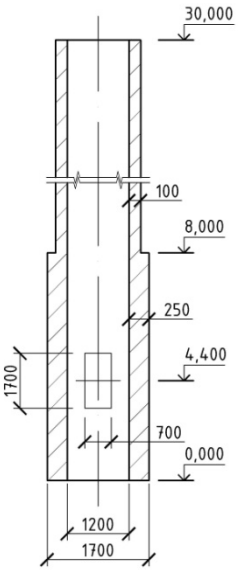
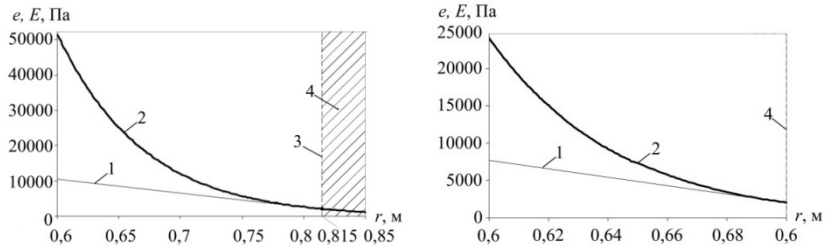


Рис. 1. Геометрическая модель расчетной области сборной железобетонной дымовой трубы $H = 30$ м ; $d_0 = 1,2$ м по типовому проекту 907-2-229 [5]

Темп снижения температуры дымовых газов до высотной отметки 8,0 м при толщине стенки 250 мм по результатам расчета составил $0,15\,^\circ\text{C}/\text{м}$, с отметки 8,0 до устья трубы, где толщина стенки 100 мм – $0,22\,^\circ\text{C}/\text{м}$. По причине снижения температуры по высоте трубы снижа-

лась и максимальная упругость водяных паров, что отразилось на величине относительной влажности дымовых газов: относительная влажность увеличилась с 13,3 до 16,0 %.

Расчет показал наличие конденсатообразования в стенке с отметки входа газоходов 4,4 м до сечения, где изменяется толщина стенки трубы на отметке 8,0 м, а также с отметки 24,8 м до устья дымовой трубы. На рис. 2 приведено изменение упругости и максимальной упругости водяных паров дымовых газов по толщине стенки дымовой трубы на высотных отметках 6,1 и 27,4 м.



а *б*

Рис. 2. Распределение парциального давления водяных паров по радиусу r стенки трубы: *а* – на высотной отм. 6,1 м; *б* – на высотной отм. 27,4 м; *1* – линия упругости водяного пара; *2* – линия максимальной упругости водяного пара; *3* – граница зоны конденсатообразования; *4* – зона конденсатообразования

Зона возможного конденсатообразования в нижней части трубы согласно расчета располагается в наружных слоях стенки: с радиуса $r = 0,815$ м до наружного радиуса трубы $r = 0,850$ м. В верхней части дымовой трубы (отм. 27,4 м) конденсация происходит на ее наружной поверхности. При толщине стенки 0,1 м поток пара $g_{H_2O} = 6815$ мг/(ч·м). Определяющим фактором в случае конденсации в верхней части дымовой трубы является охлаждение продуктов сгорания; в нижней – увеличенная толщина стенки. При толщине стенки 0,25 м поток пара составляет $g_{H_2O} = 4982$ мг/(ч·м).

При таком режиме работы котельной установки отсутствуют условия для конденсации водяных паров на внутренней поверхности дымовой трубы, однако это не обеспечивает благоприятный влажностный режим работы железобетонных стенок трубы. Как в нижней, так и в верхней частях дымовой трубы увлажнению подвержены наружные слои стенки. Это подтверждается наиболее распространенными вида-

ми дефектов кирпичных и железобетонных дымовых труб при сжигании природного газа [7].

Для определения минимальной температуры дымовых газов на входе в вышеописанную железобетонную дымовую трубу, при которой в ее стенке отсутствует конденсация водяных паров, проведен численный эксперимент. Варьировались значения скорости $v_{\text{ÀÒ}}$ дымовых газов на входе в трубу для природного газа (молярная доля водяных паров в продуктах сгорания при $\alpha = 1,05$ $r_{H_2O} = 0,192$) и каменного угля (молярная доля водяных паров в продуктах сгорания при $\alpha = 1,20$ $r_{H_2O} = 0,094$). Результаты расчетов приведены на рис. 3.

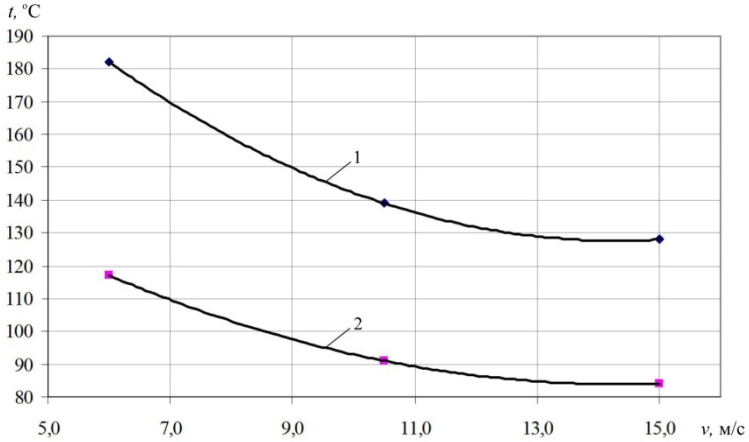


Рис. 3. Минимальная температура дымовых газов на входе в дымовую трубу по [5] при различной скорости на входе и сжигаемом топливе: *1* – природный газ; *2* – каменный уголь

По результатам расчетов можно сделать вывод, что на влажностный режим стенок дымовой трубы существенное влияние оказывает скорость течения дымовых газов в трубе. При снижении скорости, что возникает всегда при снижении тепловой нагрузки на котельную, возможна конденсация водяных паров в стенке трубы, увеличивается минимальная температура дымовых газов на входе в трубу, при которой сохраняется сухой режим в стенках трубы. Также влагосодержание дымовых газов оказывает существенное влияние на влажностный режим стенок.

Список литературы

1. *Ильинский, В. М.* Строительная теплофизика (ограждающие конструкции и микроклимат зданий). – М. : Высш. шк., 1974. – 320 с.

2. *Хворенков, Д. А*. Численное моделирование температурно-влажностного режима кирпичной дымовой трубы котельной / Д. А. Хворенков, О. И. Варфоломеева // Промышленная энергетика. – 2011. – № 12. – С. 18–20.

3. *Хворенков, Д. А.* Расчет температурно-влажностного режима стенок кирпичных и железобетонных дымовых труб / Д. А. Хворенков, О. И. Варфоломеева, Е. В. Корепанов // Изв. высш. учеб. завед. Проблемы энергетики. – 2017. – № 9-10. Т. 19. – С. 94–105.

4. *Fokin, K. F*. The construction of the building is surrounded by a building. Ed. 4, revised and supplemented. – M. : Stroyizdat, 1973. – 287 p.

5. Типовой проект 907-2-229 Труба дымовая сборная железобетонная Н =30 м; d0 = 1,2 м с надземным примыканием газоходов для котельных установок. – Альбом 1 [утв. и введ. в действие Внипитеплопроект ; приказ № 179 от 14.09.79 г.]. – URL: https://meganorm.ru/Index2/1/4293806/4293806293.htm

6. СП 131.13330.2012. Свод правил. Строительная климатология. Актуализированная редакция взамен СНиП 23-01-99*. РФ. – М. : Мин-во регион- развития, 2012. – 108 с.

7. *Хворенков, Д. А*. К вопросу о конденсатообразовании в дымовых трубах котельных установок / Д. А. Хворенков, О. И. Варфоломеева // Сантехника. Отопление. Кондиционирование. – 2005. – № 8. – С. 64–68.

М. М. Черных, доктор технических наук, профессор кафедры
«Технология промышленной и художественной обработки материалов»
П. А. Останина, кандидат технических наук, доцент кафедры
«Технология промышленной и художественной обработки материалов»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. 8 (912) 852-03-00, e-mail: PollyOst@ya.ru

Систематизация стратегий получения 3D-модели изделия с фактурной поверхностью

В работе приведена систематизация стратегий 3D-моделирования фактурных поверхностей разных видов для их воспроизведения различными технологиями.

Ключевые слова: 3D-сканирование; 3D-моделирование; 3D-воспроизведение; фактура; дизайн.

© Черных М. М., Останина П. А., 2016

Повышение эффективности и продвижения на мировой рынок качественной и высокотехнологичной продукции является одной из основных задач российского производства. В полной мере это относится к созданию новых конкурентоспособных художественных изделий, производство которых в современных условиях требует постоянного совершенствования их дизайна, функциональности и технологии производства. Научно-технический прогресс обусловил появление новых технологий производства, благодаря которым продукция становится совершенней, долговечней и качественней.

Необходим системный подход к совершенствованию методов проектирования художественных изделий. Трехмерные сканеры позволяют за короткое время и с большой точностью создать трехмерную модель любого изделия, а фрезерные станки с ЧПУ и 3D-принтеры по готовой трехмерной модели быстро и с высоким качеством производят изделия, в том числе сложной художественной формы. Перспективной технологией с высоким эстетическим потенциалом является, например, производство изделий с фактурными поверхностями за счет использования трехмерного сканера. Сканер позволяет оцифровать понравившуюся фактуру существующей поверхности (без изготовления прототипа или сложного моделирования), а современные программные продукты – обрабатывать скан и совмещать его с 3 D-моделью художественного изделия. Использование отсканированных фактур в дизайне изделий помогает сократить трудоемкость процесса моделирования, сроки выполнения заказов и себестоимость изделий при сохранении высокого уровня эстетическо ценности, а также в большей степени автоматизировать технологический процесс.

Для эффективного использования возможностей 3 D-технологий исходя из величины фактурных элементов и обеспечения замысла дизайнера необходимо выявление факторов, влияющих на качество воспроизведения отсканированной фактуры, определение минимальных размеров неровностей, распознаваемых при 3D-сканировании. Следует сделать акцент не на воспроизведении уже известных фактур, а на изучении возможностей воспроизведения органических фактур методом аддитивных технологий и на станке с ЧПУ исходя из величины фактурных элементов и обеспечения замысла дизайнера.

На данном этапе выполнен ряд исследований и разработок, касающихся как свойств фактур, так и применения инновационных технологий в дизайне. В частности рассмотрены и систематизированы типы фактур материалов, применяемых в художественных изделиях [1], проведено исследование влияния на качество сканирования таких факторов, как размер объекта, геометрия формы объекта и степень ее де-

тализации, физические свойства материала из которого изготовлен объект и его освещение [2], разработан комплекс программных средств «Фактура», в которых возможно создавать фактуру на поверхности объекта на основе преобразования исходной полигональной модели [3]. Объединение двух отмеченных направлений – изучения свойств фактур и использования инновационных технологий в дизайне – позволит разработать новую методику проектирования изделий с фактурными поверхностями посредством 3 D-сканирования и 3 D-воспроизведения.

Фактурой материала принято называть характер его поверхности. Как отмечали в работе [4], по рельефности фактуры делятся на ровные гладкие, ровные шероховатые, рельефные гладкие и рельефные шероховатые. Для ровных гладких фактур характерно отсутствие различимых неровностей, для ровных шероховатых – наличие микронеровностей, для рельефных гладких – макронеровностей, для рельефных шероховатых – наличие как микро-, так и макронеровностей [5]. От вида фактуры зависит выбор способа ее моделирования. Можно выделить четыре варианта стратегий моделирования фактуры: без сканирования объекта (в программах), со сканированием физического прототипа, со сканированием фактуры, со сканированием физического прототипа и фактуры (таблица).

Проектирование фактуры без сканирования подразумевает создание 3D-модели с гладкой или фактурной поверхностью и написание управляющей программы для изготовления изделия с гладкой или фактурной поверхностью.

Создание 3D-модели изделия с гладкой поверхностью осуществляется в программных средах: *Power Mill*, *Power Shape*, *Autodesk 3D Max*. Данный способ построения не занимает много времени и в итоге позволяет вручную построить каркас модели из набора многоугольников, отображающих геометрию объекта.

Недостатком данного способа является его неприменимость к моделям с неплоской поверхностью и неравномерной полигональной сеткой, особенности геометрии модели приводят к значительным нарушениям рельефа фактуры. Так, при попытке повторить за счет модификатора *Displace* имеющуюся в природе фактуру (кора, древесина, камень) возникают проблемы с правильной и достоверной передачей профиля неровностей, что отражается на облике создаваемых фактур. Данная группа стратегий создания фактурной поверхности подходит для производства изделий в том случае, если сходство фактурной поверхности с природным прототипом не являются обязательным.

Систематизация вариантов стратегий моделирования фактуры

<table>
<tr><th rowspan="2">Фактура изделия</th><th rowspan="2">Фактура 3D-модели, подготовленной для разработки УП</th><th rowspan="2">Вариант моделирования</th><th rowspan="2">Очередность фактурообразования</th><th colspan="2">Технологии</th></tr>
<tr><th>формообразования</th><th>фактурообразования</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Ровная гладкая</td><td rowspan="2">Ровная гладкая</td><td>В программах</td><td rowspan="2">Одновременно с формообразованием</td><td colspan="2" rowspan="2">3D-печать.
Фрезерование на станках с ЧПУ</td></tr>
<tr><td>По скану прототипа с гладкой фактурой</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Ровная шероховатая</td><td rowspan="2">Ровная гладкая</td><td>В программах</td><td rowspan="2">Одновременно с формообразованием.
После формообразования</td><td rowspan="2">3D-печать.
Фрезерование на станках с ЧПУ</td><td rowspan="2">3D-печать.
Фрезерование на станках с ЧПУ.
Лазерное гравирование.
Воздушно-абразивная обработка.
Травление и др.</td></tr>
<tr><td>На основе скана прототипа с гладкой фактурой</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Ровная шероховатая</td><td>В программах с наложением фактур из данных на 3D-модель с гладкой фактурой</td><td rowspan="3">Одновременно с формообразованием</td><td colspan="2" rowspan="3">3D-печать.
Фрезерование на станках с ЧПУ</td></tr>
<tr><td>В программах с преобразова-нием гладкой фактуры 3D-модели в шероховатую</td></tr>
<tr><td>На основе скана прототипа с шероховатой фактурой</td></tr>
</table>

Продолжение таблицы

<table>
<tr><th rowspan="2">Фактура изделия</th><th rowspan="2">Фактура 3D-модели, подготовленной для разработки УП</th><th rowspan="2">Вариант моделирования</th><th rowspan="2">Очередность фактурообразования</th><th colspan="2">Технологии</th></tr>
<tr><th>формообразования</th><th>фактурообразования</th></tr>
<tr><td rowspan="5">Рельефная гладкая или рельеф-ная шерохо-ватая</td><td rowspan="4">Ровная гладкая</td><td rowspan="2">В программах</td><td>Одновременно с формообразованием</td><td colspan="2">3D-печать.
Фрезерование на станках с ЧПУ</td></tr>
<tr><td>После формообразования</td><td>3D печать.
Фрезерование на станках с ЧПУ</td><td>3D печать.
Фрезерование на станках с ЧПУ.
Воздушно-абразивная обработка.
Брашированиеи др.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">По скану прототипа с гладкой фактурой</td><td>Одновременно с формообразованием</td><td colspan="2">3D печать.
Фрезерование на станках с ЧПУ</td></tr>
<tr><td>После формообразования</td><td>3D печать.
Фрезерование на станках с ЧПУ</td><td>3D печать.
Фрезерование на станках с ЧПУ.
Воздушно-абразивная обработка.
Брашированиеи др.</td></tr>
<tr><td>Рельефная гладкая или рельефная шероховатая</td><td>В программах с моделированием одновременно формы и фактуры</td><td>Одновременно с формообразованием</td><td colspan="2">3D-печать.
Фрезерование на станках с ЧПУ</td></tr>
</table>

Окончание таблицы

Фактура изделия	Фактура 3D-модели, подготовленной для разработки УП	Вариант моделирования	Очередность фактурообразования	Технологии	
				формообразования	фактурообразования
		В программах с преобразованием гладкой 3D-модели в рельефную			
		В программах с наложением на гладкую фактуру 3D-модели рельефных фактур из баз данных			
		В программах с наложением на гладкую фактуру 3D-модели рельефных сканированных фактур			

Следующая стратегия моделирования фактуры включает сканирование физического прототипа с гладкой поверхностью и формирование на нем фактурной поверхности в программной среде.

Для создания фактуры на полученной 3D-модели с гладкой поверхностью необходимо воспользоваться средствами вышеперечисленных программных продуктов.

Стратегия моделирования фактуры со сканированием фактурной поверхности и разработкой физического прототипа заключается в создании физического прототипа в программах, сканирование фактуры и совмещении прототипа с фактурной поверхностью в программной среде.

Моделирование фактуры со сканированием физического прототипа и фактурной поверхности подразумевает сканирование физического прототипа, фактурной поверхности и совмещение их в программной среде. В рамках проведенных исследований установлено, что в отличие от смоделированной на основе, например, растрового изображения, отсканированная фактура достоверно воспроизводит органическую поверхность, отображая ее естественные особенности поверхности (в частности – профиль неровностей фактуры).

Варианты стратегий моделирования фактуры со сканированием фактурной поверхности и разработкой физического прототипа, а также со сканированием физического прототипа и фактурной поверхности позволяют в несколько сотен раз увеличить имеющуюся библиотеку фактур, воспроизводить природные фактуры, использовать разные фактуры на одном изделии или покрывать рисунком лишь некую часть изделия (надпись, логотип).

Список литературы

1. *Останина, П. А*. Блеск материалов / П. А. Останина, М. М. Черных // Дизайн. Материалы. Технология. – 2008. – № 4 (7). – С. 56–58.

2. *Широбокова, Д. В*. Применение технологии реверс-инжиниринга в проектировании художественно-промышленных изделий / Д. В. Широбокова, Г. Р. Валиева, П. А. Останина // Сфера дизайна XXI века. Научная составляющая дизайн – проектирования: философия, психология, экология, технология // сб. материалов VI Всерос. студ. науч.-практ. конф. в рамках Междунар. проекта перспективных науч.-практ. исслед. в сфере дизайна *DESIGN AREA*. – М., 2017. – 244 с.

3. *Руденко, Н. О*. Дизайн резных художественно-промышленных изделий из древесины при автоматизированном производстве : дис. … канд. техн. наук. – Ижевск, 2013.

4. *Черных, М. М.* Эстетика неровностей поверхности изделий в художественном материаловедении / М. М. Черных, В. В. Сергеева // Дизайн. Материалы. Технология. – 2008 – № 1 (4). – С. 22–25.

5. *Останина, П. А.* Классификация фактурных поверхностей / П. А. Останина, М. М. Черных // Дизайн. Материалы. Технология. – 2010. – № 3 (14). – С. 69–74.

Н. М. Якушев, кандидат экономических наук, доцент,
директор Чайковского технологического института (филиал)
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова
Тел. 8 (912) 981-00-78, e-mail:chti@chti.ru
А. В. Иванова, инженер-сметчик
ООО «Энерго Система»
Тел. 9 (822) 319-36-10, e-mail: a89223310075@yandex.ru
Т. Р. Баженова, старший преподаватель кафедры
«Промышленные технологии»
Тел. 8 (922) 312-60-77, e-mail: tat__ra@mail.ru
О. Н. Ключникова, старший преподаватель кафедры
«Промышленные технологии»
Чайковский технологический институт (филиал)
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова
Тел. 8 (922) 315-94-48, e-mail: utrobinaolya2018@yandex.ru

Актуальные проблемы реформы ценообразования в строительстве

В данной статье рассматриваются особенности реформы ценообразования: переход на ресурсную модель с базисно-индексного метода расчета. Приведен сравнительный анализ определения сметной стоимости двумя методами на примере ФЕР10-01-034-03 с одинаковым шифром.

Ключевые слова: реформа ценообразования; сметная стоимость строительства; базисно-индексный метод расчета; ресурсная модель.

С 2015 г. в Российской Федерации идет реформа ценообразования в строительстве. Целью реформы является создание современной нормативно-правовой и методической базы в области ценообразования и сметного нормирования, обеспечивающей соблюдение баланса интересов всех участников строительного процесса, единство подходов и методов нормирования и мониторинга стоимости строительной продукции для всех уровней государственной власти, министерств и ведомств, широкое применение информационных систем, программно-

© Якушев Н. М., Иванова А. В., Баженова Т. Р., Ключникова О. Н., 2019

аналитических комплексов для эффективного использования государственных инвестиций.

Были внесены изменения в законодательство, запущена Федеральная государственная система ценообразования в строительстве (далее ФГИС ЦС). Большинство выводов данного исследования делаются по объектам, строительство которых финансируется из средств бюджета.

Основная цель исследования – изучение особенностей реформы ценообразования.

Объектами исследования являются:

– новая методическая база ценообразования в строительстве;

– сметно-нормативная база ГЭСН (ФЕР)-2017 (с изменениями 1–4).

Для достижения поставленной цели определим основные и частные задачи исследования:

Выделим основные задачи: определение основных терминов, изучение и анализ актуальных методических документов в строительстве, изучение и анализ постановлений правительства Российской Федерации с учетом дополнений, изучение и анализ учебной литературы.

Сравнение сметно-нормативной базы ГЭСН (ФЕР)-2017 (с изменениями 1–4) (ФСНБ 2017) со сметно-нормативной базой ГЭСН, ФЕР – 2001 (ред. 2014 г. с изм. от 12.11.14 №703/пр) на примере государственных сметных норм и федеральных единичных расценок.

Частные задачи: определение основных терминов, сравнение состава ресурсов, сравнение потребности ресурсов, сравнение состава работ, сравнение стоимости ресурсов (по данным из федеральныхединичных расценок на аналогичный вид работ), сравнение трудозатрат рабочих строителей и механизаторов, сравнение величины прямых затрат [11].

На основании [8] и [9] в Градостроительный кодекс Российской Федерации были внесены изменения.

В том числе добавлены пункты и даны определения: п. 32 сметные цены строительных ресурсов и п. 33 сметные нормативы.

Сметные нормативы, содержащиеся в федеральном реестре сметных нормативов, и сметные цены строительных ресурсов являются общедоступными и подлежат размещению в ФГИС ЦС.

Следовательно, положения [1] (смотреть п. 1.5) являются обязательными для использования, в отличие от МДС 35 [3], положения которого носят рекомендательный характер.

В ст. 57.2 [10] представлены определение и содержание ФГИС ЦС.

В ФГИС ЦС подлежит размещению следующая информация:

1) сметные нормативы, включенные в федеральный реестр сметных нормативов;

2) методики определения сметных цен строительных ресурсов;

3) сметные цены строительных ресурсов;

4) перечень лиц, которые обязаны предоставлять информацию, предусмотренную частью 7 ст. 8.3 [10];

Правительством Российской Федерации были утверждены постановления [5–7].

Согласно [5], сметные цены строительных ресурсов, определенные Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации по результатам мониторинга цен строительных ресурсов (за предыдущий квартал) подлежат размещению в ФГИС ЦС.

Опубликование цен строительных ресурсов не произошло. Было постановление [7], и переход на ресурсную модель ценообразования в строительстве и размещение сметных цен строительных ресурсов перенесены на 2019 г.

Введена в действие новая сметно-нормативная база ГЭСН (ФЕР) – 2017, взамен ГЭСН, ФЕР – 2001 (ред. 2014 г. с изм. от 12.11.14 г. №703/пр), которая уже имеет 4 изменения. Введен новый классификатор ресурсов.

Новый классификатор строительных ресурсов (КСР) имеет принципиально отличные от ФССЦ структуру и коды ресурсов.

Реформирование системы ценообразования в строительстве подразумевает переход на новый метод расчета сметной стоимости на основе государственного мониторинга цен строительных ресурсов производителей и импортеров с использованием ФГИС ЦС. Планируется переход на ресурсную модель с базисно-индексного метода расчета. Стоит отметить, что оба метода актуальны сейчас.

Ключевым моментом в новой методике [2] является то, что нужно будет рассчитывать транспортную составляющую стоимости материальных ресурсов.

Для каждого вида материального ресурса должны определяться два ближайших к месту расположения объекта капитального строительства производителя (поставщика) с целью формирования экономически эффективных маршрутов перевозки грузов для строительства, с учетом вида транспорта и подвижного состава, а также класса груза и массы брутто на установленную единицу измерения материального ресурса в соответствии с КСР. Маршруты перевозки должны определяться по принципу минимизации издержек на перевозку, в том числе затрат на перевалку. Отметим, что производителями (поставщиками) являются только юридические лица, перечень которых размещен в ФГИС ЦС, и предоставляющие информацию об отпускных ценах (ценах реализации) материальных ресурсов [7].

В итоге получаем два принципиально разных определения «сметной стоимости» материальных ресурсов. В первом варианте (который на сегодняшний день актуален) доставка до 30 км учтена в сметной стоимости и предусматривает цену франко-приобъектный склад или франко-строй площадка, во втором, согласно [7] (который будет актуален после введения в действие ФГИС ЦС), «сметная стоимость» имеет определение «франко-завод-изготовитель». А полная сметная цена материальных ресурсов, учитывающая затраты по доставке на приобъектный склад, определяется по формуле 6.1 [7]:

$$З = \frac{(СЦ \cdot ЗСР + Т1) + (СЦ \cdot ЗСР + Т2)}{2},$$

где З – стоимость материального ресурса, руб.; СЦ – сметная цена строительного ресурса –- сводная агрегированная в территориальном разрезе документированная информация о стоимости строительных ресурсов, установленная расчетным путем на принятую единицу измерения и опубликованная в ФГИС ЦС, руб.; Т1, Т2 – стоимость перевозки материального ресурса, руб.; ЗСР – заготовительно-складские расходы, руб.

Показатели ЗСР по видам материальных ресурсов: строительные материалы (за исключением металлических конструкций) – 2 %; металлические строительные конструкции – 0,75 %; оборудование – 1,5 %.

Согласно этой формуле заготовительно-складские расходы начисляются иначе: до расчета транспортных затрат.

В новых методиках речь идет о том, что такой расчет нужно будет производить по всей номенклатуре материальных ресурсов в смете, (используя те цены, которые размещены в ФГИС ЦС).

Отметим, что часто возникает спорный вопрос, если ресурс учтен в расценке, но не указан в ведомости в проектной документации, то нужно ли его исключать из сметы. Часто это касается либо материальных ресурсов, либо используемых машин и механизмов.

Вывод: нельзя удалять, заменять ресурсную часть нормы (расценки).

Для сравнения используем сметную норму (единичную расценку) ФЕР10-01-034-03 с одинаковым шифром из двух баз и на их примере определим различия.

Наименования и шифр нормы (расценки), состав и расход строительных ресурсов, единица измерения, стоимостные показатели на единицу в базисном уровне цен, трудозатраты рабочих строителей и механизаторов представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. **ФЕР10-01-034-03 База ГЭСН, ФЕР – 2001 (ред. 2014 г. с изм. от 12.11.14 г. № 703/пр)**

Обоснование	Наименование	Количество на ед/всего	Стоимость единицы, руб.				Т/з осн. раб. на ед.	Т/з мех. на ед.
			Всего	В том числе				
				Осн. З/п	Эк. Маш	З/п Мех		
ФЕР10-01-034-03	Установка в жилых и общественных зданиях оконных блоков из ПВХ профилей, 100 $м^2$	1 100/100	15975,31	1888,54	508,25	23,76	216,08	1,76
	Затраты труда рабочих (ср 3, 2), чел.-ч	216,08 216,08	8,74	8,74				
1. 030954	Подъемники грузоподъемностью до 500 кг, маш.-час	1,76 1,76	31,26		31,26	13,5		
2. 134041	Шуруповерт, маш.-час	22,89 22,89	3		3			
3. 331451	Перфораторы: электрические, маш.-час	35,27 35,27	2,08		2,08			
4. 400001	Автомобили бортовые, грузоподъемность до 5 т, маш.-час	3,57 3,57	87,17		87,17			
5. 101-2052	Лента бутиловая, м	429 429	6,38					
6. 101-2054	Лента бутиловая диффузионная, м	71 71	7,95					
7. 101-2388	Герметик пенополиуретановый, шт.	114 114	67					
8. 101-2789	Лента ПСУЛ, 10 м	27,1 27,1	64,1					
9. 101-4173	Дюбели монтажные 10х130 (10×132, 10×150) мм, 10 шт.	71,4 71,4	7,03					

Окончание табл. 1

Обоснование	Наименование	Количество на ед/всего	Стоимость единицы, руб.				Т/з осн. раб. на ед.	Т/з мех. на ед.
			Всего	В том числе				
				Осн. З/п	Эк. Маш	З/п Мех		
10. 102-0303	Клинья пластиковые монтажные, 100 шт.	8 8	50					
Уд 11. 203-0957	Блок оконный пластиковый: одностворчатый, с поворотно-откидной створкой, однокамерным стеклопакетом (24 мм), площадью 2 м^2 и более, м^2	100 100	2921,77					

Таблица 2. **ФЕР10–034–03 в редакции ГЭСН, ФЕР – 2017 (с изм. 1–4)**

Обоснование	Наименование	Количество на ед./всего	Стоимость единицы, руб.				Т/з осн. раб.на ед.	Т/з мех. на ед.
			Всего	В том числе				
				Осн. З/п	Эк. Маш	З/п Мех		
ФЕР10-01-034-03	Установка в жилых и общественных зданиях оконных блоков из ПВХ профилей, 100 м^2	1 100/100	15756,66	1888,54	289,6	65,17	216,08	5,33
	Затраты труда рабочих (ср 3,2), чел.-час	216,08 216,08	8,74	8,74				
1. 91.06.06-048	Подъемники одномачтовые, маш.-час	1,76 1,76	31,26		31,26	13,5		
2. 91.14.02-001	Автомобили бортовые, маш.-час	3,57 3,57	65,71		65,71	11,6		

Окончание табл. 2

Обоснование	Наименование	Количество на ед./всего	Стоимость единицы, руб.				Т/з осн. раб.на ед.	Т/з мех. на ед.
			Всего	В том числе				
				Осн. З/п	Эк. Маш	З/п Мех		
3. 01.7.06.02-0001	Лента бутиловая, м	429 429	6,38					
4. 01.7.06.02-0002	Лента бутиловая диффузионная	71 71	7,95					
5. 01.7.06.11-0001	Лента ПСУЛ, 10 м	27,1 27,1	64,1					
6. 01.7.15.07-0005	Дюбели монтажные, 10 шт	71,4 71,4	7,03					
Н 7. 11.3.02.03	Блоки оконные пластиковые, $м^2$	100 100						
8. 11.3.03.15-0021	Клинья пластиковые монтажные, 100 шт.	8 8	50					
9. 14.5.01.05-0001	Герметик пенополиуретановый, шт.	114 114	67					

Результаты сравнения состава ресурсов:

1. Сравнение состава ресурсов – в ФСНБ – 2017 применены новые коды ресурсов согласно КСР. Состав машин и механизмов отличается. В ФСНБ – 2017 исключен механизированный инструмент.

2. Сравнение потребности ресурсов – потребность в количестве строительных материальных ресурсов и времени эксплуатации строительных машин и механизмов совпадает, за исключением механизированного инструмента.

3. Сравнение состава работ: совпадает в обоих случаях.

4. Сравнение стоимости ресурсов (по данным из федеральных единичных расценок на аналогичный вид работ) в базисном уровне цен – не совпадает стоимость маш-часа ресурса «Автомобили бортовые» , 87,17 рублей в старой редакции и 65,71 рублей – в новой. Можно предположить, что связано это с увеличением нормативного годового режима работы строительных машин.

5. Сравнение трудозатрат – трудозатраты рабочих строителей совпадают в обоих вариантах, трудозатраты машинистов в новой базе выше.

На основании приведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1) Новый срок перехода на ресурсный метод определения стоимости строительства с бюджетным финансированием – с 25 мая 2019 г. К этому времени должны быть утверждены новые методики и размещены сметные цены строительных ресурсов в ФГИС ЦС. Сметная стоимость по новой модели будет рассчитываться для вновь вводимых проектов, пересчету утвержденные проекты не подлежат.

2) Строительная отрасль не готова к полноценному переходу на ресурсный метод. Что связано в том числе с медленным наполнением ФГИС ЦС.

3) Новый КСР, на сегодняшний день, имеет 109 960 строительных ресурсов в системе. В составе норм (расценок) базы ГЭСН (ФЕР) – 2017 большинство из них нет.

4) Новые методики имеют противоречия. Есть проекты методик, находящиеся на этапе общественного обсуждения.

5) После опубликования сметных цен строительных ресурсов в ФГИС ЦС, ФЕР и ТЕР будут не актуальны для применения.

6) В ФСНБ – 2017 увеличено количество «полуоткрытых» расценок.

7) В ФСНБ – 2017 исключен из состава сметных норм (расценок) механизированный инструмент.

8) Мнение профессионального сообщества: нужны изменения ФЗ-44, введение ресурсного метода может привести наоборот к увеличению сметной стоимости, необходим переходный период, и пока нужно *усовершенствовать* базисно-индексный метод.

Список литературы

1. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Приказы. Об утверждении Методики применения сметных норм : прил. к приказу [от 29 дек. 2016 г. № 1028/пр] // ТехэкспеRт. – URL: http://docs.cntd.ru/document/456038494 (дата обращения: 26.03.2019).

2. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Приказы. Методика определения сметных цен на материалы, изделия, конструкции, оборудование и цен услуг на перевозку грузов для строительства : прил. к приказу [от 20 дек. 2016 г. № 1001/пр] // Гарант.Ру. – URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71476896/ (дата обращения: 26.03.2019).

3. Госстрой России. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. МДС 81-35.2004. (в ред. приказа Минрегиона России от 01.06.2012 г. № 220, приказа Минстроя России от 16.06.2014 г. № 294/пр) // КонсультантПлюс. – URL: http://www. consultant.ru/ (дата обращения: 26.03.2019).

4. Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Приказы. Методические рекомендации по применению федеральных единичных расценок на строительные, специальные строительные, ремонтно-строительные, монтаж оборудования и пусконаладочные работы : приказ [от 9 февр. 2017 г. № 81/п] // http://www. consultant.ru/ document/cons_doc_LAW_212884/ (дата обращения: 26.03.2019).

5. Правительство Российской Федерации. Постановления. О мониторинге цен строительных ресурсов (вместе с «Правилами мониторинга цен строительных ресурсов») [от 23.12.2016 г. № 1452 (ред. от 27.04.2018)] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_ 209643/ (дата обращения: 26.03.2019).

6. Правительство Российской Федерации. Постановления. О федеральной государственной информационной системе ценообразования в строительстве [от 23. 09.2016 г. № 959] // Гарант. – URL: http://base.garant.ru/71498282/ (дата обращения: 26.03.2019).

7. Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Приказы. Методика применения сметных цен строительных ресурсов [от 8 февр. 2017 г. № 77/пр] // Судебные и нормативные акты РФ. – URL: http://sudact.ru/ (дата обращения: 26.03.2019).

8. Российская Федерация. Законы. О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и ст. 11 и 14 Федерального закона «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений : федер. закон [от 03.07.2016 N 369-ФЗ (о внесе-

нии изменений в ГР К РФ)] // Гарант. – URL: http://base. garant.ru/71435352/ (дата обращения: 26.03.2019).

9. Российская Федерация. Законы. О внесении изменений в градостроительный кодекс Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации : федер.закон [от 26.07.2017 г. № 191-ФЗ] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_220908/ (дата обращения: 26.03.2019).

10. Российская Федерация. Законы. Градостроительный кодекс РФ 2018 [от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 25.12.2018)] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 26.03.2019).

11. Инновационные технологии строительства как базовый ресурс повышения конкурентноспособности организаций / В. П. Грахов [и др.] // Актуальные вопросы теории и практики применения композитной арматуры в строительстве : сб. / отв. за вып.: В. П. Грахов, С. А. Мохначев. – Ижевск, 2015. – С. 30–42.

A. G. Mukanova, Master's Degree Student
Yu. V. Lozhkin, PhD in Engineering, Associate Professor
of the Department "Technology of Industrial and Artistic Materials Processing"
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
Ph. 7 (951) 202-97-30, e-mail: anikm96@mail.ru

Design and Technology of Manufacturing a Set of Decorative Products from Wood and Glass

This article provides an example of combining two unusual artistic techniques and different materials in products. On the basis of a previously produced review of analogs, certain nuances in the design of such products were revealed. Constructed products and their manufacturing technology based on the knowledge gained in practice, in Internet resources and literature.

Keywords: glass sintering; intarsia; art technology; materials; construction.

Currently, to give the interior expressiveness, originality and fresh appearance, it is enough to add bright spots in the form of any decorative elements. They create comfort, mood and atmosphere – everything that makes the interior unique and personal. And if some elements have only a decorative function, others, besides this, have constructive and functional features. All this can be achieved using a harmonious combination of materials of different classes in one product, for example, wood and glass, as well as unusual technologies for their manufacture. The variant of such a combina-

© Mukanova A. G., Lozhkin Yu. V., 2019

tion is relevant, since in designing the products of the master, they mostly delve into “their” material and “their” manufacturing technology, without taking into account the fact that it is possible to create unique products by combining materials and technologies. In this way, you can get products that are fairly simple, durable and easy to use.

In this paper, we consider the design development of a set of wall decorative products made of wood and glass using unusual techniques and their manufacturing technology.

The job of creating a kit requires solving certain tasks. So, for a correct representation of the shape and design of products, it is necessary to consider analogues, which, subsequently, can help in choosing the main theme when developing sketches. An important role in the design is played by structural analysis with the aim of choosing the right compounds, materials, as well as elements of the functional part.

The interior is an architectural and artistically designed interior space of the building, providing a person with aesthetic perception and favorable conditions for life. One of the components of the interior is the subject content or elements of interior decor. They are divided according to several characteristics:

– by degree of activity (passive, active);

– by location (desktop, floor, wall, ceiling);

– on the material of execution (wooden, plastic, metal, glass, plaster, textile, etc.) [1].

The wall set of products, which includes a clock, a mirror and a wall lamp-sconce, is chosen as the developed set. The choice of such products is due to the fact that in addition to the decorative function they also have the basic functions necessary for the consumer, they are active.

Each selected technology is unique in its own way and is currently highly relevant.

Intarsia is a technology for producing volumetric mosaic patterns created by arranging various types of wood, playing with their shades and texture patterns. Products made in this technique perfectly convey all the beauty of the material and have an attractive appearance, but, like many centuries ago, are created by hand and are an attribute of expensive furniture [2].

Glass sintering (fusing) is a technology for making artistic glass products in which glass elements are heated to softening and merged into one. Products made in this technique can give the interior a special exclusivity and add bright accents [3].

To highlight the main nuances in the design of the kit, an overview of the analogues for each technique was made separately, since examples with the combination of selected technologies could not be found. The review showed

that when designing such products it is especially important to pay attention to the following points: suitable fasteners for each product individually, detailed functional part (for example, lighting element of the lamp), well-placed accents, good color combinations for sintering glass and a combination of wood for intarsia, as well as the moment of connection of glass with wood.

The main theme is marine style. Often, in the interior design in a nautical style, designers stick to blue-white flowers, diluting them with natural wood materials. The marine interior is classical and implies the obligatory use of a dark blue color, which is called navy (translated from English as "marine"). In the role of a decorative insert, the image of a blue whale is chosen as the largest animal, and also, presumably, the largest animal that has ever existed on Earth. The blue whale belongs to the genus of whales due to the longitudinal skin folds in the front of their belly. Based on this, sketches are made (fig. 1).

a *b* *c*

Fig. 1. Product sketches: *a* – sketch of a wall lamp; *b* – a sketch of the clock; *c* – mirror sketch

Each product set consists of the main background, decorative elements, as well as from the functional part. The functional part of the wall lamp, for example, is a lighting element consisting of an LED strip, a switch and a battery compartment for 3 AA 3.7 V rechargeable batteries. the location of sockets, reduces the number of wires and does not require the calculation of the power converter voltage.

An important role in the development of a set of products plays a choice of materials. In the sintering technique, glass must have the same temperature coefficient of linear expansion (TCLE). Otherwise, either one of the layers of the product, or the entire product may collapse after cooling due to the difference in the stresses that occur. The best design option is Spectrum glass, corresponding to one brand, i.e. having the same chemical composition.

For the manufacture of assembly units in the intarsia technique, wooden plates of such species as linden, pine and walnut were chosen; they differ in color and texture. Linden and walnut are widely used by carvers in the

work, but pine is not, because of the splitting of wood and a pronounced striped texture. But in this case, the contrasting bands in the wood of pine perfectly repeat the longitudinal skin folds of the whale from the bottom in front of their belly [4].

Making a set of wall decorative products is the use of both handmade and automated production. In this regard, the necessary equipment was chosen, both for glass and for wood.

1. Manufacturing of parts made of glass using the sintering technique in several stages: cutting the glass, grinding the edges, cleaning and degreasing the parts, preliminary gluing and sintering in the furnace in compliance with the temperature-time sintering mode:

Heating of 3 degrees per minute to 750 °C;

Exposure at maximum temperature of 10 minutes;

Rapid cooling to the upper annealing temperature (570 °C);

Annealing;

Aging at an upper annealing temperature of 10 minutes;

Cooling 2 degrees per minute to the lower annealing temperature (470 °C);

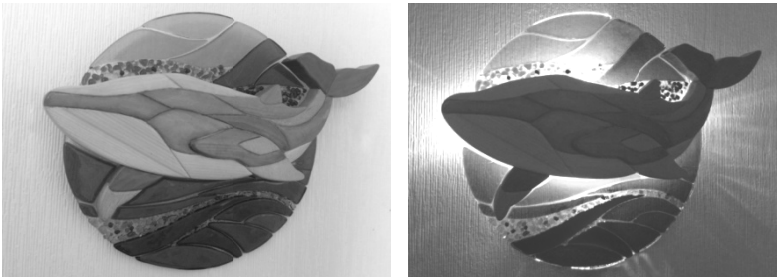
Cooling with oven to room temperature.

2. Production of parts made of wood using intarsia technique in several stages: curvilinear cutting of blanks according to the pattern, grinding to fit along edges, gluing, final grinding and applying a protective and decorative coating.

3. Assembly with simultaneous installation of a functional part for each product.

On the basis of the presented process, prototypes of the products of the kit were made – a mirror and a wall lamp (fig. 2 and 3).

Fig. 2. Prototype mirror (overall dimensions 223×220×23 mm)



a *b*

Fig. 3. Prototype wall sconce lamp (overall dimensions 267×220×22 mm): *a* – in daylight; *b* – in the dark

Decorative items make the interior alive, warm and cozy. Especially, if they are equipped with certain functionality. A balanced combination in one product of materials of different classes and different manufacturing techniques allows to obtain products of improved design and improved functional properties. When designing, the combination of materials of different classes is taken into account, both in terms of compounds and in terms of a harmonious combination of shades.

References

1. Modern elements and interior decoration items. – URL: https://room-ester.ru/dekor/aksessuary/elementy-dekora-interera.html

2. Intarsia: wooden mosaic technology. – URL: https://woodschool.ru/ intarsiya-texnika-derevyannojj-mozaiki.html

3. Fusing: technology, stained glass technology, equipment. – URL: https://cle-mar.ru/stati/fusing

4. *Denning, E*. Woodcarving. – M. : ART-spring, 2012. – 192 p.

V. N. Didenko, Doctor of Engineering Sciences,
Professor of heat power engineering department
A. V. Isaev, Student
N. D. Uzakov, Student
Ph. 8 (963) 064-88-09, e-mail: nikitauzakov@gmail.com
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Comparison of Heat Losses in Mesophilic and Thermophilic Anaerobic Digestion Mode

The paper presents a method for quantifying heat losses in the environment of biogas reactors with mesophilic and thermophilic modes of anaerobic digestion of the substrate depending on the ambient temperature, reactor loading capacity and their geometric dimensions. The initial data for the application of the method at the stage of the pre-project are the performance of bioreactors for loading and the average temperature of the environment in the process of biogas production. The mode of heat transfer from the substrate to the environment is assumed to be stable, and the values of the heat transfer coefficient are averaged over the surface of the reactor. The values of the heat transfer coefficients are obtained using experimental data on the heat flux density from the reactor surface to the environment provided by the Russian manufacturer of biogas plants. The developed method allows to choose energetically reasonable form, size and mode of anaerobic digestion of substrate in bioreactors of biogas plants.

Keywords: biogas; bioreactor; mesophilic; thermophilic; heat losses; determining the size.

Biogas is obtained by anaerobic digestion of the substrate (a mixture of water and waste) with special bacteria in the bioreactor (digestion tank). Biogas consists mainly of methane (from 60 to 70 % by volume) and carbon dioxide (from 30 to 40 %) [1]. The composition of biogas depends on the type of fermented waste. The fermentation mode is determined by the temperature maintained in the bioreactor: +50 .. + 55 °C – in the thermophilic mode, +36 .. +39 °C – in the mesophilic mode in the psychrophilic mode, the temperature is maintained in the bioreactor +20 .. +25 °C [2].

In addition to the working temperature in the bioreactor, the thermophilic and mesophilic regimes differ in the time of digestion (reactor turnaround time). The turnaround time of the reactor is the time from the loading of fresh raw materials into the reactor to its discharge from the reactor after processing. In the case of continuous loading of the substrate, the turnaround time of the reactor is equal to the time in which the loading volume

© Didenko V. N., Isaev A. V., Uzakov N. D., 2019

equal to the working volume of the reactor passes through the reactor. According to [3], in the mesophilic mode, the turnaround time of the reactor is from 20 to 10 days, and in the thermophilic mode, from 10 to 5 days.

According to the known data on the heat transfer processes for cylindrical bodies, we obtain a formula for finding the ratio of the total thermal costs of the bioreactor in thermophilic and mesophilic modes of fermentation:

$$\frac{Q_T}{Q_M} = \frac{(t_T - t_{out})}{(t_M - t_{out})} \frac{\left[\frac{\pi \cdot D^2}{2} + \frac{4}{D} \cdot \left(\varphi \frac{G \cdot \tau_{ferT}}{\rho}\right)\right]}{\left[\frac{\pi \cdot D^2}{2} + \frac{4}{D} \cdot (\varphi \frac{G \cdot \tau_{ferM}}{\rho})\right]} \quad (1)$$

where Q_T – total energy consumption for operation of the reactor in thermophilic range, W; Q_M – total energy consumption for operation of the reactor in thermophilic range, W; t_T – working temperature inside the reactor at thermophilic regime, K; t_M – working temperature inside the reactor at mesophilic regime, K; t_{out} – ambient temperature, K; φ – s the coefficient of voidness of the reactor in these calculations is taken equal to 1,05; D – diameter of reactor, m; G – the performance of the reactor, kg/day; $ferT$ – turnover time of the reactor when operating in thermophilic range, day; $ferM$ – turnover time of the reactor when operating in the mesophilic regime, d; ρ is the substrate density, kg/m^3.

In formulas (1) the diameter of the reactor D, m is an independent variable set by any considerations (restrictions on the size of the installation, technological capabilities of the manufacturer of bioreactors, the presence of blanks of the walls of the bioreactor of certain dimensions, the possibility of transporting bioreactors by one or another type of transport, etc.).

Each value of D, m corresponds to a certain height of the bioreactor H, m:

$$H_T = \frac{\varphi \frac{G \cdot \tau_{ferT}}{\rho}}{\left(\frac{\pi \cdot D^2}{4}\right)} \quad (2)$$

$$H_M = \frac{\varphi \frac{G \cdot \tau_{ferM}}{\rho}}{\left(\frac{\pi \cdot D^2}{4}\right)} \quad (3)$$

From equation (1) is determined by the value of the “reverse” diameter of the bioreactor, in which the power of heat loss in both modes of fermentation is equal to:

$$D_R = \left\{\frac{8G[\theta_M(t_M - t_{out}) - \theta_T(t_T - t_{out})]}{\pi(t_T - t_M)}\right\}^{1/3} \quad (4)$$

where:

$$\theta_{M} = \varphi \frac{\tau_{ferM}}{\rho} \quad (5)$$

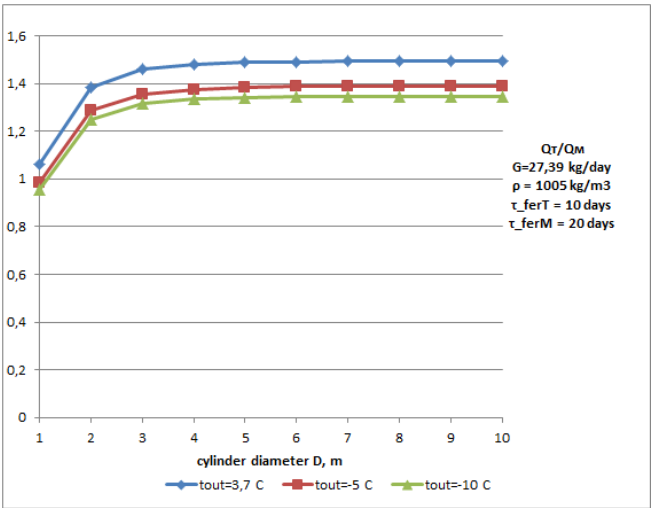
$$\theta_{T} = \varphi \frac{\tau_{ferT}}{\rho} \quad (6)$$

At $t_{out} = -10°C$ and $t_M = 36°C$, $t_T = 52$ °C, $\tau_{ferT} = 10$ days, $\tau_{ferM} = 20$ days, $\rho = 1005\ kg/m^3$, $\varphi = 1{,}01$, $G = M/\tau_{100\%}$= 100000/365 = 273,97 kg/day.

the value of the "reverse" diameter of the reactor is $D_R = 2{,}36$ m.

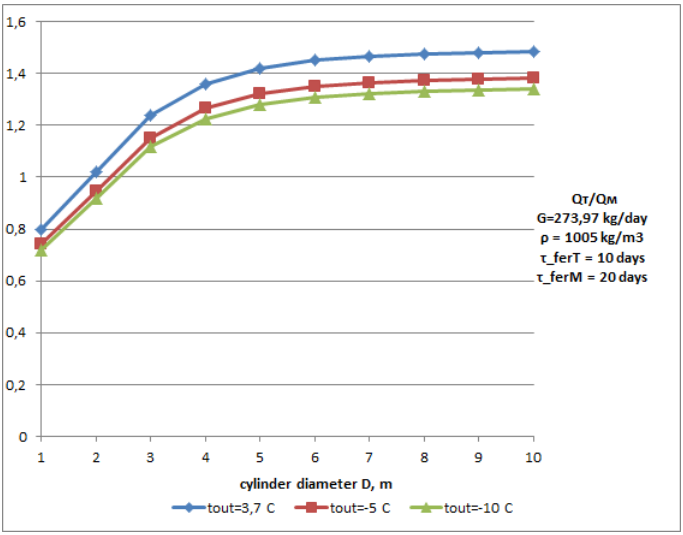
From formula (4) it follows that the value of D_R increases with increasing productivity of the bioreactor G and decreasing t_{out}.

In figure (*a*, *b*, *c*) graphically presents the calculated ratio of heat losses during thermophilic and mesophilic anaerobic modes of substrate digestion in cylindrical bioreactors with different defining diameters.

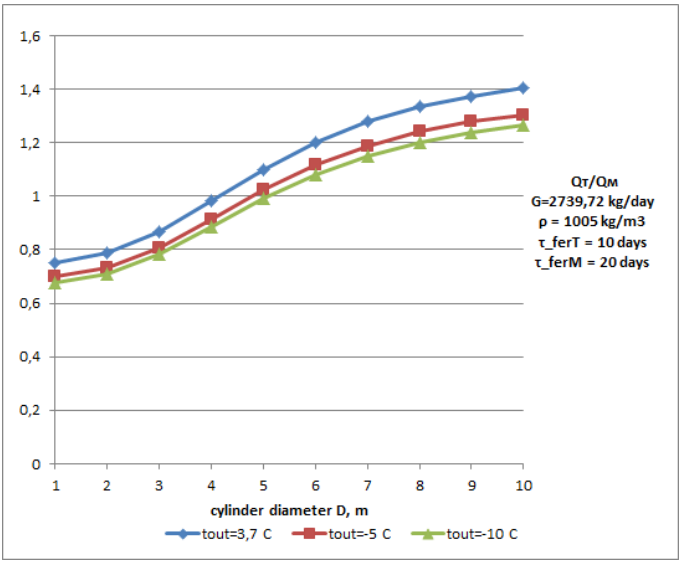


a

The ratio of heat loss during thermophilic and mesophilic anaerobic modes of substrate digestion in cylindrical bioreactors with different values of the defining diameter (*a*) (*начало*)



b



c

The ratio of heat loss during thermophilic and mesophilic anaerobic modes of substrate digestion in cylindrical bioreactors with different values of the defining diameter (*b, c*) (*окончание*).

From the analysis of fig. 1 (a, b, c) it follows that with increasing *D*, the ratio of thermal losses of thermophilic and mesophilic bioreactors with the same cylindrical shape will tend to a certain limit value depending on t_{out}: the higher this temperature, the greater the limiting heat loss ratio. The value of the limiting heat loss ratio does not depend on *G* and is ~1.5 at $t_{out} = +3{,}7$ ℃ , at ~1,40 $t_{out} = -5$ ℃ , and ~ 1,38 at $t_{out} = -10$ ℃. The greater the performance of bioreactors, the slower the ratio of heat loss tends to its maximum value.

Findings

The ratio of thermal losses of bioreactors with thermophilic fermentation mode to thermal losses of bioreactors of the same performance, but with mesophilic mode, decreases with decreasing ambient temperature.

For cylindrical bioreactors, the ratio of heat loss in different modes of fermentation depends not only on the temperature head, and the values of the fermentation time, but also on the performance of bioreactors, the degree of filling and diameter values.

The so-called "reverse" the values of the defining diameter of the cylindrical bioreactors, in which the preferred value of heat loss becomes other compare modes of digestion.

With an increase in the determining diameter, having the same performance, the ratio of heat losses in thermophilic and mesophilic fermentation regimes tend to some limit values depending on the ambient temperature: the higher the temperature, the greater the value of the limiting ratio of heat loss. The higher the performance of bioreactors, the lower the rate of heat loss ratio tend to its limit values.

References

1. *Zapevalov, M. V*. Poultry farming is also a source of raw materials for fertilizer production / M. V. Zapevalov, A. I. Lynchuk // Rural District. – 2003. – № 1. – P. 43–44.

2. *Teuchezh, A. A*. Application of bird droppings as organic fertilizer // Scientific journal of KubSAU. – 2017. – № 128 (04). – P. 914–931.

3. URL: http://www.rosbiogas.ru/literatura/rukovodstvo-po-biogazovim-texnologiyam/vremya-sbrazhivaniya.html (the date of circulation: 23.02.2018).

Секция 6. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАУК И ЛИНГВИСТИКИ

Е. И. Архипова, кандидат педагогических наук, доцент,
зав. кафедрой «Английский язык»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
E-mail: arkaei@mail.ru

Разработка и реализация компетентностно-ориентированных рабочих программ дисциплин по иностранному языку при обучении магистрантов в техническом вузе

Статья посвящена особенностям разработки рабочих программ дисциплин по иностранному языку в магистратуре технического вуза в условиях перехода на новые ФГОС ВО. Показаны проблемные аспекты разработки компетентностно-ориентированного содержания языкового курса обучения для магистрантов. Рассмотрены отличия в содержании, объеме и уровне формируемой иноязычной коммуникативной компетенции (ИКК) студентов магистратуры. Приводятся субкомпетенции ИКК как составляющие универсальных компетенций будущих специалистов. Подчеркивается важность использования активных и интерактивных технологий обучения при реализации компетентностно-ориентированных рабочих программ дисциплин по иностранному языку в магистратуре.

Ключевые слова: компетентностный подход; иноязычная коммуникативная компетенция; универсальные компетенции; субкомпетенции; активные и интерактивные технологии обучения.

Вслед за динамично меняющимися условиями в сфере глобального образования в отечественных вузах магистральным вектором развития становится практико-направленный тип образования с акцентом на расширение спектра возможностей для профессиональной самореализации личности. Огромным функциональным потенциалом в отношении профессионального роста будущего специалиста, особенно на этапе магистерской подготовки, обладает иноязычная профессиональная подготовка.

© Архипова Е. И., 2019

Реалии современного рынка труда представлены необходимостью работы с данными на английском языке, ведением переговоров с иностранными партнерами, участием в выставках, научно-исследовательских стажировках за рубежом, осуществлением интенсивной иноязычной деятельности в цифровом пространстве, что, в свою очередь, влечет за собой повышение требований к уровню владения иноязычной коммуникативной компетенцией в контексте профессии.

Образовательный процесс в магистратуре направлен на развитие способностей выполнять научно-исследовательские задачи: обращаться к соответствующим аутентичным материалам для изучения международного опыта; использовать англоязычные интернет-ресурсы как инфоисточники для научной работы; учитывать специфику своей предметной области при реализации научно-исследовательских проектов [6, 7].

Согласно новым образовательным стандартам присвоение квалификации магистра предполагает, что выпускник вуза обладает универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями, в частности способностью к свободному профессиональному общению на иностранном языке [7].

Изменения в коммуникативно-речевой деятельности магистранта, а также «заточенность» новых ФГОС ВО на компетентностный подход к обучению обусловливают некоторые особенности при разработке рабочих программ по иностранному языку для неязыковых направлений профессиональной подготовки и, соответственно, в процессе реализации учебного процесса.

Во-первых, краеугольным камнем компетентностной концепции языкового образования является личность обучающегося как многогранное социальное явление. Трехуровневая модель языковой личности представлена лексиконом личности (ее фонетическое и лексико-грамматическое наполнение); тезаурусом личности (системная совокупность знаний о мире); прагматиконом личности (потребности, цели, мотивы и установки в процессе коммуникативной деятельности) [5].

Во-вторых, проблемным моментом становится содержательный аспект языкового курса в магистратуре. В силу своей «беспредметности» иностранный язык (ИЯ) не имеет определенного тематического наполнения, поскольку является средством выражения мысли об объективной реальности, при этом содержание различных предметных областей может стать основой для коммуникации на ИЯ [4].

В-третьих, подлежат раскрытию предлагаемые ФГОС ВО 3++ универсальные компетенции (УК) через призму иноязычной коммуникативной компетенции. Доминанта обучения иностранному языку – под-

готовка обучающегося к практическому владению ИЯ, т. е. формирование способности к общению в ином лингвосоциуме. Причем результат обучения «сформированная коммуникативная компетенция» представляет собой некий инвариантный продукт любой языковой программы как на бакалавриате, так и в магистратуре. Варьируемыми условиями формирования иноязычной коммуникативной компетенции (ИКК) в контексте профессии являются содержательная сторона обучения, объем и уровень ИКК на разных ступенях обучения.

Следовательно, цель обучения магистрантов в техническом вузе в рамках образовательного курса «Иностранный язык» можно сформулировать как формирование «вторичной языковой личности» [1, 9], владеющей иноязычной коммуникативной компетенцией (ИКК) в контексте профессии и готовой к коммуникативному взаимодействию на межкультурном уровне [3]. Данный постулат подразумевает развитие способностей и характеристик обучающегося к продуцированию речевых произведений с отражением профессионального тезауруса или профессиональных текстов различной структуры и языковой сложности конгруэнтно реалиям предметного мира, выраженных в языковых формах.

В этой связи в качестве задач при формировании ИКК будут выступать языковые субкомпетенции, раскрывающие определенные стороны коммуникативной компетенции в рамках зафиксированных в новых ФГОС ВО компетенций (универсальных компетенций): лингвистическая, социокультурная, социолингвистическая, дискурсная, компенсаторная и др.

Согласно программам бакалаврита по ФГОС ВО 3++ среди универсальных компетенций (УК) присутствуют компетенции, непосредственно способствующие формированию иноязычной коммуникативной компетенции, например, для направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» [8] к таковым относятся:

– способность к устной и письменной речи в условиях деловой коммуникации на государственном языке РФ и иностранном языке;

– способность относиться к межкультурной неоднородности общества с учетом социально-исторического, этического и философского аспектов.

Следует отметить, что компетенции, подлежащие формированию в магистратуре, требуют более высокого уровня развития ИКК по сравнению с профилем компетенций по программам бакалавриата. Данное обстоятельство обусловлено, с одной стороны, необходимостью решения магистрантами более широкого спектра задач в рамках научно-исследовательской, проектной, производственно-технологической и

организационно-управленческой видов деятельности. С другой – магистрант вынужден обрабатывать и использовать большой объем англоязычной информации в научном и профессиональном контексте, участвовать в ситуациях межкультурного делового общения, включая взаимодействие в цифровой среде.

Следующая проблемная ситуация, требующая решения при реализации компетентностного подхода, заключается в том, чтобы раскрыть содержание компетенций, зафиксированных во ФГОС ВО 3++ через языковые компетенции. Так, в качестве дескрипторов, наполняющих УК-4 по направлению «Информатика и вычислительная техника» (способность применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке, для академического и профессионального взаимодействия) [7], могут выступить следующие компоненты ИКК [3]:

лингвистическая субкомпетенция: владение общенаучной и специальной лексикой, грамматическими и синтаксическими средствами, характерными для научной и профессиональной речи на родном и иностранном языках;

социолингвистическая субкомпетенция: умение использовать речевые лексико-грамматические формы и средства в академическом и профессиональном контексте;

дискурсная субкомпетенция: способность к пониманию речевых произведений в устной и письменной формах с последующим продуцированием связных и аргументированных высказываний разных функциональных стилей;

компенсаторная субкомпетенция: владение методом вероятностного прогнозирования и языковой догадки, позволяющее восполнить «провалы» в понимании значения лексико-грамматических единиц текста (сообщения) в процессе чтения или аудирования.

Реализация компетентностно-ориентированных программ требует специальной организации образовательного процесса, которая основана не просто на аккумулировании знаний формальных правил языка, а носит активный, творческий, когнитивный и профессионально-ориентированный характер, позволяет развивать «навыки XXI века», прежде всего, «мягкие» социально-коммуникативные навыки и личностные характеристики.

В этой связи необходимо дидактически организовать и формировать иноязычный профессиональный (предметный) лексикон тезаурусного типа в условиях коммуникативно-речевого взаимодействия субъектов образовательного процесса, что способствует развитию категориально-понятийного аппарата предметной области будущего

специалиста и иноязычной речевой компетенции в целом как важной составляющей иноязычной коммуникативной компетенции [2, 3].

В целях создания коммуникативно-речевой среды и придания профессионального контекста образовательной деятельности важно применять игровые методы, метод кейсов, импровизацию, дискуссию, презентацию и проектные формы работы по направлению профессиональной подготовки в сочетании с самостоятельной внеаудиторной работой, организованной с помощью электронных средств обучения и дистанционных технологий. Все вышеперечисленное позволяет активно задействовать критическое и творческое мышление обучающихся, навыки работы в команде, межличностное общение, умение решать проблемные вопросы, развивать исследовательские навыки, умение интерпретировать и анализировать данные, медиаграмотность.

Таким образом, при разработке компетентностно-ориентированных рабочих программ дисциплин по иностранному языке в магистратуре необходимо учитывать субкомпетенции иноязычной коммуникативной компетенции как интегральные составляющие универсальных компетенций будущих специалистов и реализовывать их посредством активных и интерактивных технологий обучения. Это позволит эффективно формировать «вторичную языковую личность» обучающегося, которая, руководствуясь лингвокультурным опытом на родном языке, будет овладевать различными техниками и стратегиями обучения и общения на иностранном языке, что особенно важно для осуществления академического и профессионального взаимодействия в международном сообществе.

Список литературы

1. *Архипова, Е. И.* К проблеме формирования языковой личности магистра как фактора повышения качества профессиональной межкультурной подготовки // Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми системами образования : материалы VI Междунар. конф., 2014. – С. 175–178.

2. *Архипова, Е. И.* Создание учебного лексикона-тезауруса как способ реализации содержательного аспекта в интегративном обучении иностранному языку и профильной дисциплине в неязыковом вузе // Письма в Эмиссия. Оффлайн. – 2007. – № 5. – С. 1173.

3. *Архипова, Е. И.* Иноязычная коммуникативная компетенция как неотъемлемый компонент профессиональной подготовки магистров неязыковых направлений / Е. И. Архипова, Е. В. Тарабаева, // Вестник ИжГТУ им. М. Т. Калашникова. – 2015. – Т. 18. № 4. – С. 103–105.

4. *Зимняя, И. А.* Лингвопсихология речевой деятельности. – М. : Москов. психол.-соц. ин-т. – Воронеж : НПО «МОДЭК», 2001. – 432 с.

5. *Караулов, Ю. Н.* Русский язык и языковая личность. – М., 2010.

6. Примерная программа по дисциплине «Иностранный язык» для подготовки магистров (неязыковые вузы). – М. : ФГБОУ ВПО МГЛУ, 2014. – 50 с.

7. ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (приказ Минобрнауки России № 918 от 19 сентября 2017 г.). – URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/ online.cgi?req=doc&base=LAW&n=279930&fld=134&dst=100012,0&rnd=0.3380874612622131#03429412012615421 5 (дата обращения: 15.01.19).

8. ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (приказ Минобрнауки России № 929 от 19 сентября 2017 г.). – URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/090301_B_3_ 12102017.pdf (дата обращения: 15.01.19).

9. *Халеева, И. И.* Вторичная языковая личность как реципиент инофонного текста // Язык – система. Язык – текст. Язык – способность. – М. : РАН ИРЯ, 1995. – С. 7–286.

Н. А. Бармина, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Английский язык»
И. Н. Загоруйко, кандидат филологических наук,
доцент кафедры «Лингвистика»
Д. А. Волкова, старший преподаватель кафедры «Английский язык»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
E-mail: barmina-nat@mail.ru

Особенности обучения профессионально ориентированному и художественному переводу с применением мультимедийных технологий

В статье описываются предпосылки, процесс и результаты разработки двух учебно-методических пособий для обучения профессионально ориентированному и художественному переводу с применением современных мультимедийных технологий. Обращается внимание на содержание и особенности работы с разработанными пособиями, а также анализируются возможности использования указанных пособий при контактной и самостоятельной работе со студентами различного уровня подготовки, различных специальностей и форм обучения.

Ключевые слова: профессионально ориентированный перевод; мультимедийные средства обучения.

© Бармина Н. А., Загоруйко И. Н., Волкова Д. А., 2019

Преподавание иностранного языка в технических университетах направлено на формирование у выпускников иноязычной коммуникативной компетентности в области профессиональной деятельности. Конкретные компетенции, определенные ФГОС 3++, в том числе способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия, тесно связаны с профессиональными интересами будущих специалистов. Таким образом, усиление профессиональной составляющей иноязычной подготовки студентов становится объективной необходимостью при разработке всего комплекса учебно-методического обеспечения дисциплины «Иностранный язык».

Проблематика перевода профессионально ориентированных нехудожественных текстов становится особенно актуальной в связи с появлением разнообразных технических средств автоматизированного перевода и их недобросовестным использованием в некоторых случаях. Поверхностные переводы такого рода, выполненные без опоры на профессиональные знания, тезаурус, эрудицию отличаются не только стилистическими погрешностями, затрудняющими восприятие переведенного текста, но и смысловыми ошибками, искажающими авторский смысл и значительно снижающими ценность вторичного текста. К сожалению, небрежности такого рода допускают даже уважаемые отечественные издательства, публикующие книги нобелевских лауреатов в различных отраслях знания. Поэтому пособия, позволяющие студентам развивать умения научно-технического перевода, критичность к информации, полученной при автоматизированном переводе, способность и готовность вступать в опосредованный текстом диалог с автором, представляют несомненную ценность.

В рамках контактной и самостоятельной работы студентов по дисциплине «Иностранный язык» преподаватели все чаще используют различные современные мультимедийные технологии [1–3]. Для оптимальной организации такого учебного процесса потребовались новые учебно-методические пособия, в которых не только полностью описывается суть занятия с применением ИКТ, но и предлагается подробный алгоритм работы студента, перечень необходимых заданий, ссылки на необходимые ресурсы (обязательно бесплатные, без регистрации и необходимости тратить время на просмотр рекламы), а также шаблон для оформления отчета о проделанной работе.

В результате были подготовлены два учебно-методических пособия, в которых отражен принципиально новый подход к организации учебного процесса с применением ИКТ. Пособия «Английский язык. Практический курс по профессиональному переводу с применением

мультимедийных технологий» [4] и «Английский язык. Практический курс по переводу художественных текстов с применением современных информационно-компьютерных технологий» [5] являются актуальными и своевременными, направленными на взаимосвязанное развитие компетенций в области иностранного языка, на расширение и углубление сферы профессиональных знаний и коммуникативных умений за счет привлечения иноязычных источников, и затрагивает важные аспекты речевой деятельности. Сильной стороной разработанных пособий является привлечение разнообразных мультимедийных технологий, в том числе средств и источников из интернета. Обращение к таким технологиям позволяет, во-первых, поддерживать и развивать мотивацию студентов к изучению иностранного языка и, во-вторых, является залогом того, что учебный курс идет в ногу со временем, является актуализированным и открытым для модернизации и совершенствования.

Для разработанных пособий характерна модульная структура, позволяющая выстраивать гибкий учебный процесс. Уроки направлены на совершенствование лексической компетенции студентов, предусматривают активную компаративную работу со словарями, что делает их чрезвычайно полезными. Пособия обращены к достаточно широкому кругу адресатов, они могут быть использованы для контактной и самостоятельной работы студентов 1-го курса направления «Лингвистика», студентов бакалавриата очной и заочной форм обучения неязыковых специальностей, магистрантов очной, заочной и очно-заочной форм обучения, а также для студентов, получающих дополнительную квалификацию «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации», и направлено на формирование переводческой компетенции, как важной составляющей иноязычной коммуникативной компетентности. Также разработанные пособия будут полезны для аспирантов, инженеров, преподавателей и научно-технических работников, повышающих свой уровень владения английским языком. Работа с текстами, отражающими конкретную стилевую специфику, позволит будущим специалистам в определенной профессиональной области подготовиться к эффективному решению стоящих перед ними задач с привлечением материалов на английском языке.

В пособии представлены тексты, объединенные характерными особенностями, присущими научно-техническому и художественному стилям и имеющие различную степень сложности, что позволяет преподавателю рекомендовать студентам индивидуальный план работы в соответствии с уровнем знаний и учитывать их интересы. Каждое из двух пособий состоит из 10 уроков. Каждый урок представляет собой

пошаговый алгоритм выполнения заданий с шаблоном для оформления отчета о выполнении. Все уроки составлены с учетом активного применения современных информационно-компьютерных технологий. Тексты имеют строгую привязку к конкретной области в рамках заявленной образовательной программы. Однако использование учебного пособия в преподавательской практике будет во многом зависеть от специфики специальности, направления подготовки или профиля, а также от количества выделяемых на этот аспект аудиторных часов, уровня подготовки студентов и т. п. В целом тексты отвечают актуальному уровню подготовки студентов. Структурной единицей данного учебного пособия является урок, однако это не означает, что каждый урок рассчитан на одно занятие. Предполагается, что работа над одним уроком может занимать до трех аудиторных занятий и до шести часов самостоятельной работы в зависимости от учебного плана и сложности урока с учетом уровня подготовки обучающихся. Структура пособия подразумевает, что преподаватели вправе сами решать, какие материалы, в каком объеме и как именно использовать для преподавания. Выполнение всех 10 уроков всеми студентами в рамках одной учебной дисциплины не является обязательным. Отдельные уроки могут использоваться как дополнительные задания студентам повышенного уровня подготовки, как самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебными планами конкретных специальностей, а также как темы для подготовки занятия-семинара, занятия-круглого стола и т. п. Так, вполне возможно не только проходить со студентами последовательно все уроки от 1-го до 10-го, но и отобрать лишь часть из них, дополнив другими текстами в соответствии с конкретной специальностью обучающихся. Допускается чередовать тексты и менять их местами. Такой прием помогает преподавателю удержать внимание студентов на высоком уровне. В процессе работы с пособием необходимо отводить определенное количество текстов на самостоятельную работу, т. к. именно такой род деятельности дает преподавателю возможность проверить, в какой мере студенты уже умеют работать без «подсказки».

В данном пособии работа с материалом не допускает игнорирование отдельных заданий или поверхностный подход к ответам, например, как выбор самого первого значения из словарной статьи двуязычного словаря при анализе контекстуального смысла слова или выражения, т. к. все вышеперечисленное, как правило, ведет к ошибочным решениям при переводе.

Задания носят общий характер и одинаковы для каждого текста, и ответы на них требуют обращения к различным справочникам, и в

первую очередь к ресурсам Интернета. Работа с источниками, поиск информации, необходимой для понимания и перевода текста – одно из ключевых умений профессионала своего дела, и преподаватель должен с самого начала обратить внимание студентов на эту сторону их деятельности.

Большинство включенных в учебно-методическое пособие текстов было опробовано на занятиях, что позволило авторам выделять трудности в соответствии с наиболее частотными ошибками, которые студенты допускают в действительности. Каждый урок предполагает наличие вариантов для индивидуальной работы каждого студента над своим заданием и исключает «списывание» результатов работы, что происходит при работе всей группы студентов над одним текстом. При желании преподаватель может заменить самостоятельную работу на работу в парах или группах. При необходимости можно заменить варианты текстов и заданий на узконаправленные для конкретной технической или гуманитарной специальности для отработки навыков самостоятельной работы и перевода в сфере профессиональной коммуникации, что будет очень полезным в дальнейшей работе по специальности.

Уроки 1–4 посвящены изучению и сравнительному анализу онлайн-словарей и переводчиков при переводе профессионально ориентированных или художественных текстов с английского на русский язык и с русского на английский. Не секрет, что в настоящее время применение электронных словарей превратилось в само собой разумеющуюся процедуру, полностью вытеснив бумажные словари. Эти уроки нацелены на освоение двух самых популярных бесплатных онлайн-словарей (уроки 1–2) и переводчиков (уроки 3–4), а также на самостоятельный поиск наиболее удобного словаря для перевода. Тексты, представленные в приложениях, а также подчеркнутые (необходимые для перевода) слова и словосочетания носят рекомендательный характер. Преподаватель вправе выбирать лишь некоторые из них, усложнять или упрощать тексты, или заменять их на более соответствующие конкретной специальности и уровню подготовки студентов.

Уроки 5–10 предполагают работу с интернет-ресурсами, и они направлены на всестороннее повышение уровня владения английским языком. Перечислим лишь основные формулировки тем занятий в предлагаемых учебно-методических пособиях: «Совершенствование навыков работы и целевого поиска информации на англоязычных сайтах научно-технических организаций», «Совершенствование лексических навыков владения английским языком с помощью специализированных англоязычных сайтов», «Совершенствование навыков работы и целево-

го поиска информации на англоязычных сайтах зарубежных вузов», «Анализ типовых ошибок русскоязычного переводчика, совершаемых при переводе научно-технического текста с русского на английский язык», «Работа с облачными технологиями», «Совершенствование навыков аудирования с помощью интернет-ресурсов», «Совершенствование навыков работы и целевого поиска информации на англоязычных сайтах научно-технических мероприятий», «Совершенствование навыков патентного поиска по ключевым словам на англоязычных сайтах», «Работа с аутентичными онлайн-курсами на английском языке». Все варианты заданий нацелены не столько на развитие навыков конкретного вида перевода, сколько на повышение общего уровня владения английским языком с применением аутентичных англоязычных сайтов. В конце каждого урока студентам необходимо сформулировать выводы, которые должны содержать сопоставительный анализ работы с онлайн-словарями и переводчиками, а также сравнительный анализ при переводе с английского языка и на английский.

В результате работы с помощью разработанных учебно-методических пособий у студентов сформируется осознанный подход к применению того или иного словаря или переводчика в зависимости от цели перевода (включает в себя жанрово-стилистические особенности оригинала: художественный и информативный, а также психолингвистические особенности речевых действий в письменной и устной формах), а также они поймут ответственность за результат, целесообразность и эффективность применения онлайн-переводчика, который зачастую искажает суть текста до недопустимого уровня. После выполнения предлагаемых уроков студенты научатся искать информацию на англоязычных сайтах (что зачастую в профессиональной деятельности обязательно, например, при поиске статей иностранных авторов, зарубежных патентов, подборе иностранного оборудования и т. п.), анализировать свою деятельность и в целом повысить свой уровень владения иностранным языком.

Список литературы

1. *Бармина, Н. А*. О создании учебно-методического комплекса на английском языке по общетехническим и общенаучным дисциплинам в ИжГТУ имени Калашникова (на примере УМК «Сопротивление материалов») / Н. А. Бармина, Д. А. Волкова // Вестник ИжГТУ. –2013. – № 3. – С. 185–187.

2. *Бармина, Н. А*. Предпосылки модификации системы обучения иностранному языку в техническом вузе для бакалавров и прикладных бакалавров с учетом профессиональной направленности // Вестник ИжГТУ им. М. Т. Калашникова. – 2015. – № 4. – С. 109–112.

3. *Загоруйко, И. Н.* Особенности взаимодействия преподавателей и студентов в условиях современного образовательного процесса, обусловленного привлечением системы электронного обучения // Вестник ИжГТУ им. М. Т. Калашникова. – 2016. – № 1 (69). – С. 101–102.

4. *Бармина, Н. А.* Английский язык. Практический курс по профессиональному переводу с применением мультимедийных технологий / Н. А. Бармина, И. Н. Загоруйко. – Ижевск : Издат. центр «Удмуртский университет», 2018. – 64 с.

5. *Загоруйко И. Н.* Английский язык. Практический курс по переводу художественных текстов с применением современных информационно-компьютерных технологий : учеб.-метод. пособие / И. Н. Загоруйко, Н. А. Бармина. – Ижевск : Издат. центр «Удмуртский университет», 2018. – 64 с.

М. И. Безносова, кандидат экономических наук,
доцент кафедры «Новая и новейшая история и международные отношения»,
начальник управления международного сотрудничества
и связей с общественностью
Тел. (3412)91-73-57, e-mail: mariv@uni.udm.ru
А. Р. Галиахметова, студентка
Удмуртский государственный университет, г. Ижевск

Социокультурная и академическая адаптация иностранных обучающихся как необходимое условие экспорта российского образования

Процессы глобализации и интернационализации, пронизывающие все стороны жизнедеятельности всего мирового сообщества, ставят новые цели перед высшим образованием. Интернационализация образования стала одной из ведущих стратегий российских вузов. Количество иностранных обучающихся становится показателем успешности российских вузов.

В статье рассматриваются проблемы социокультурной адаптации иностранных студентов, методы и приемы, применяемые для ее успешной реализации в российских вузах, как необходимого условия повышения качества подготовки иностранных специалистов и повышения конкурентоспособности российской системы образования.

Ключевые слова: интернационализация образования; социокультурная и академическая адаптация; иностранные студенты; экспорт образования; образовательная среда; культурный шок; студенты-кураторы.

Международное научно-образовательное сотрудничество играет большую роль в решении политических, экономических и социальных

© Безносова М. И., Галиахметова А. Р., 2019

проблем, оказывая важное влияние на развитие стран, участвующих в этом процессе. Интернационализация стала одной из основных стратегий для многих российских вузов. С 2012 г. Министерством образования и науки РФ, а сейчас Министерством науки и высшего образования РФ, проводится мониторинг эффективности образовательных организаций высшего образования РФ, который оценивает и международную деятельность. В соответствии с Указом Президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» от 07.05.18 г. поставлена задача увеличения не менее чем в два раза количества иностранных граждан, обучающихся в образовательных организациях высшего образования и научных организациях. Таким образом, доля иностранных обучающихся становится показателем успешности деятельности вуза.

Российское образование привлекательно для иностранных студентов. В 2017г. в российских вузах обучалось 290 тысяч иностранных граждан. Больше всего студентов традиционно приезжают из стран СНГ. В 2016/17 учебном году количество учащихся из этих государств по сравнению с данными за предыдущий год выросло на 12 % и достигло 120 тысяч человек. Лидерами стали Казахстан, Туркмения, Узбекистан и Таджикистан. Что касается дальнего зарубежья – на 17,6 % увеличилось число абитуриентов из Азии: в указанный период в России учились 57 362 человека. В этом регионе на первом месте Китай, Индия и Вьетнам. Российские вузы востребованы также в странах Ближнего Востока и Африканского континента – количество учащихся выросло на 19 % и достигло 31 360. Больше всего студентов из данного региона приезжают из Ирака, Марокко, Сирии, Египта, Нигерии и Ганы. И, наконец, самый высокий показатель роста у стран Латинской Америки – увеличение на 28 % (4404 человека). В данном случае больше всего студентов приезжают в Россию из Эквадора, Колумбии и Бразилии [1].

Данная статья посвящена вопросам, связанным с социокультурной адаптацией иностранных студентов, обучающихся в российских вузах.

Адаптация (от средневекового латинского *adaption* – приспособление) – интегральное, многогранное явление, имеет множество толкований и рассматривается в различных областях науки. С точки зрения биологии, адаптация – приспособление организмов к условиям их существования. В физиологии и медицине адаптация обозначает процесс привыкания организма к изменению внешних условий среды [2].

В ходе успешной социокультурной адаптации происходит взаимодействие личности и новой социокультурной среды, включающее в себя психологический, культурологический и академический аспекты, осваиваются новые виды деятельности и формы поведения.

С уверенностью можно сказать, что успешная адаптация иностранных граждан к новым социокультурным условиям является одним из важнейших факторов, определяющих результативность их обучения в российских вузах.

Большая часть студентов, обучающихся за рубежом, проходит адаптационный период, связанный с вхождением в новую, иную академическую и культурную среду. Зачастую этот процесс сопровождается отсутствием друзей, оставшихся на родине, удивлением при знакомстве с иной культурой, иными ценностными ориентациями. Порой наступает потеря социальной и личностной идентичности. Ученые определяют такое состояние термином «культурный шок» (американский антрополог К. Обергом) [3].

Как правило, при рассмотрении проблемы культурного шока в контексте процесса адаптации иностранных гостей выделяются пять этапов данного процесса.

Первый этап называют «медовым месяцем». Он характеризуется приподнятым настроением, связанным с большими надеждами и позитивным восприятием всего нового, с чем сталкивается иностранный студент в новой среде. Но этот этап быстро проходит.

На втором этапе адаптации новая непривычная среда начинает оказывать негативное воздействие. На человека отрицательно влияют чувства взаимного непонимания с местными жителями. Все это приводит к разочарованию, замешательству. В этот период студент становится замкнутым, пытается общаться с ограниченным кругом людей, по возможности – со своими земляками, обмениваясь своими впечатлениями о местном населении.

Третий этап наиболее тяжелый и может проявляться в депрессии, серьезных болезнях, чувстве полной беспомощности. Иностранные студенты, так и не сумевшие успешно адаптироваться в новой среде, возвращаются домой раньше запланированного срока. Те, кому была оказана необходимая поддержка – дружеское общение со стороны ответственных за их прием (кураторов на факультетах), возможности изучения языка и культуры страны пребывания – преодолевают межкультурные различия легче.

На четвертом этапе депрессия и чувство потерянности постепенно сменяются оптимизмом и ощущением удовлетворения. Появляется чувство большей приспособленности и интегрированности в жизнь окружающего сообщества.

Пятый этап характеризуется полной или долгосрочной адаптацией, которая сопровождается относительно стабильными изменениями в ответ на требования среды.

Вышеназванные пять этапов адаптации образуют так называемую U-образную кривую процесса адаптации: хорошо, хуже, плохо, лучше, хорошо.

Иностранные студенты, попадая в новую культурную среду, не обязательно проходят через все этапы адаптации в данной последовательности. Пребывание в чужой стране не обязательно начинается с «медового месяца», особенно, если своя и чужая культуры сильно отличаются друг от друга (например, для студентов из Испании трудно привыкнуть к российскому климату; студентам из Южной Кореи, где сильна власть традиций, трудно понять поведение россиян). Чем больше культуры похожи друг на друга, тем менее травмирующим и продолжительным оказывается процесс адаптации [3].

Процесс вхождения в иную культуру и адаптации к ней зависит от ряда факторов. К таким факторам относятся личностные характеристики. Так, например, общительные, уверенные в себе высококомпетентные люди, способные устанавливать дружеские отношения с местными жителями, адаптируются легче. Предшествующий опыт нахождения за границей, знание языка и культуры страны способствуют более легкому процессу адаптации. Во многом процесс адаптации зависит и от внутренней готовности индивида встретиться с другой культурой, принять ее.

Особенности адаптации иностранных студентов определяются комплексом факторов: психофизиологических, учебно-познавательных, социокультурных, бытовых. Трудно однозначно определить, какие из них являются главными, поскольку они тесно переплетаются.

Проблемы адаптации иностранных студентов обусловлены включением личности в новую социокультурную и учебно-познавательную среду, где происходит формирование структуры устойчивых личностных отношений ко всем компонентам образовательного процесса.

Процесс адаптации иностранных студентов к образовательной среде вуза должен быть организованным, целенаправленным, комплексным.

Одним из важных факторов, способствующих адаптации, является «доконтактный опыт» – знакомство с историей, культурой, условиями жизни в будущей стране пребывания, изучение ее языка. Это первые шаги на пути к успешному вхождению в новую среду, способствующие избежать чувства беспомощности и зависимости.

Как проходят процессы адаптации среди иностранных студентов и с какими трудностями они сталкиваются по приезде в Россию?

Иностранные студенты обладают высокой мотивацией к адаптации, чему способствует цель их пребывания за границей – получение образования, которое будет способствовать их карьере и престижу на ро-

дине. Ради достижения этой цели студенты готовы преодолеть разнообразные трудности и приспособиться к новой среде.

Выезд за рубеж для учебы и профессиональной подготовки рассматривается как один из способов самоутверждения, достижения большей конкурентоспособности на рынке труда.

При проведении опросов среди иностранных студентов, обучающихся в российских вузах, наиболее часто называются следующие проблемы [4]:

– трудно привыкнуть к погодным условиям;

– некомфортные условия проживания в общежитии;

– необходимость общаться на русском языке;

– привыкание к другому образу жизни, связанные с этим расстройства здоровья;

– отношение окружающих;

– отсутствие в период обучения родственников;

– материальная обеспеченность.

В ходе опроса, проведенного в группе иностранных студентов, обучающихся в Удмуртском государственном университете, были отмечены определенные трудности: климат, недостаток предварительной информации о городе и республике, особенности образовательных систем, отсутствие родственников, отношение окружающих. Однако иностранные студенты отмечают и положительные моменты: хорошие условия проживания, наличие кураторов-студентов в институтах, возможность изучения русского языка как иностранного и знакомства с местной культурой с помощью студентов и преподавателей университета. В опросе приняли участие 35 студентов из Испании, Польши, Южной Кореи, Ирака, Анголы, Египта, Китая, Йемена, Сирии, Туркменистана.

Благодаря участию в программах Европейского Союза TEMPUS, ERASMUS MUNDUS, ERASMUS+, авторами статьи был изучен опыт реализации программ социокультурной адаптации в зарубежных вузах-партнерах: Manchester Metropolitan University (UK), University of Turku (Finland), University of Helsinki (Finland) [5, 6].

В Удмуртском государственном университете разработана система мер, направленных на социокультурную адаптацию, включающая следующие мероприятия:

– консультирование иностранных граждан до приезда в УдГУ;

– подготовка по программе «Русский язык как иностранный»;

– адаптационная неделя;

– культурная программа в течение учебного года;

– психологические тренинги и консультации;

– мероприятия Международного студенческого клуба.

Подобные методы культурной адаптации применяются и в зарубежных вузах. Рассмотрим вариант культурной и академической адаптации иностранных студентов на примере Университета г. Хельсинки, Финляндия.

Одним из наиболее сложных процессов, с которыми сталкиваются иностранные студенты, является процесс оформления всей необходимой документации по приезде в принимающий вуз. Эти задачи, ровно как и знакомство студентов с академической жизнью университета, осуществляются в один день на *Welcome fair*, которая включает в себя знакомство студентов с международным офисом университета и правилами обучения, оформление документов и презентацию возможностей для внеучебной деятельности. За один день студент получает весь объем информации, что позволяет избежать возможного стресса из-за необходимости самостоятельно разбираться в деталях.

Иностранные студенты делятся на группы по 10 человек, с каждой из которых работают 2 тьютора, прошедшие предварительный отбор и подготовку. Тьюторы помогают студентам адаптироваться как в университете, так и в городе в целом, а знакомство с другими иностранными студентами позволяет избежать чувства одиночества. Если студент все-таки чувствует, что не справляется со стрессом, он может обратиться в психологический центр за поддержкой специалистов.

Важным аспектом культурной адаптации является проведение неформальных мероприятий с целью знакомства студентов как с принимающей страной, так и с другими иностранными студентами. Это могут быть как спортивные, образовательные, так и традиционные мероприятия, в рамках которых студенты имеют возможность знакомства со страной и ментальностью людей.

Ключевую роль в адаптации играет информированность студентов о том, что каждая нация имеет свою культуру и нормы поведения. Попадая в международную среду, студент может попасть в неловкую ситуацию при недостаточной подготовленности к взаимодействию с представителями других культур. Снизить риск возникновения данной проблемы может как предварительная подготовка студента, выезжающего за рубеж, так и работа тьюторов в принимающем вузе, которые могут смягчить возможные недопонимания и рассказать студентам о специфике тех или иных культур.

Хотелось бы отметить, что эти мероприятия способствуют созданию условий для гармоничной интеграции иностранных студентов в новую социальную и академическую среду, формированию в университете социокультурной среды, способствующей развитию дружест-

венных межнациональных отношений, а также содействуют формированию у обучающихся культурных ценностей, этических норм и общепринятых правил поведения в поликультурном обществе. Как отмечают иностранные студенты, участие в таких мероприятиях помогает узнать больше о культуре и истории России и Ижевска, познакомиться с инфраструктурой города, приспособиться к жизни в Ижевске, научиться взаимодействовать в речевых ситуациях «первой необходимости (в аптеке, в банке, в транспорте, в больнице и прочее), познакомиться с правилами миграционного законодательства, оформить все необходимые документы (виза, студенческий билет и прочее), найти новых друзей из разных стран.

Не менее важным аспектом интеграции иностранных студентов, обучающихся в российских вузах, является академическая адаптация к условиям российской образовательной среды, включающая в себя развитие коммуникативных навыков (обучение русскому языку как иностранному) [7], изучение и принятие организационно-методических особенностей российской высшей школы (роль и требования преподавателя, системы оценки знаний, особенности организации самостоятельной работы студента, методов и технологий, применяемых преподавателями в российских вузах и в вузах страны происхождения иностранного студента, готовность преподавателей российских вузов эффективно коммуницировать с иностранным обучающимся). Данная проблема актуальна, в первую очередь, для иностранных студентов первого года обучения. По мнению авторов, академической адаптации необходимо уделять значительно больше внимания, чем это делается в настоящее время.

Процесс адаптации иностранных студентов сложный и многогранный. Он включает в себя психологические, культурологические и академические аспекты. Успешная социальная адаптация иностранных студентов способствует повышению уровня подготовки иностранных специалистов, укреплению межнациональных отношений и является одним из важных условий повышения привлекательности российских вузов и укрепления конкурентоспособности российской системы образования в мире.

Список литературы

1. Сколько иностранных студентов в России // Study in Russia : сайт Мин-ва науки и высш. обр. в РФ. – URL: https://studyinrussia.ru/actual/articles/skolko-inostrannykh-studentov-v-rossii/ (дата обращения: 14.03.19)

2. Большая Советская Энциклопедия. – М., 1982.

3. *Безносова, М. И.* Особенности программы социальной адаптации иностранных студентов в российских вузах (на примере Удмуртского государственного университета) / М. И. Безносова, С. Р. Садыкова // Интернационализа-

ция современного российского образования : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (7–9 окт. 2010 г.) к 80-летию ВГТА, к 15-летию Ин-та междунар. сотрудничества, к 35-летию фак. подготовки иностр. граждан ИМС. – Воронеж : ВГТА, 2010. – С. 91–96. – URL: http://elibrary.udsu.ru/xmlui/handle/123456789/6485

4. *Витковская, М. И.* Адаптация иностранных студентов к условиям жизни и учебы в России (на примере РУДН) / М. И. Витковская, И. В. Троцук. – URL: http://www.ecsocman.edu.ru/db/msg/206122.html (дата обращения 12.03.19)

5. Удмуртский государственный университет. – URL: http://udsu.ru/international/partnership/uchastie-v-mezhdunarodnyh-konsortsiumah/Erasmus-Mundus (дата обращения: 10.03.19).

6. Двусторонние соглашения // Удмуртский государственный университет. – URL: http://udsu.ru/international/partnership/dvustoronnie-soglasheniya (дата обращения: 10.02.19).

7. *Безносова, М. И.* Формирование многоязычной и поликультурной образовательной среды в российских вузах (на примере Удмуртского государственного университета) // Русский язык и литература в пространстве мировой культуры : материалы XIII Конгр. МАПРЯЛ, г. Гранада, Испания, 13–20 сент. 2015 г. : в 15 т. Т. 2. Направление 1. Современный русский язык: социолингвистические аспекты исследования / сост. : Н. М. Марусенко, М. С. Шишков. – СПб. : [МАПРЯЛ], 2015. – С. 21–25. – URL: http://elibrary.udsu.ru/xmlui/handle/123456789/ 13440 (дата обращения: 19.03.2019).

И. В. Воловик, кандидат философских наук, доцент,
И. О. Малышонков, студент
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 77-60-55? доб. 1220, e-mail: vlvk@list.ru

Социально-философские аспекты инженерного образования

Авторы, анализируя социально-философские аспекты инженерного образования, размышляют о необходимости понимания того, что главную роль в образовании начинает играть сам обучающийся со своей мотивацией познания, создающий собственные критерии, направленные на конструирование будущего.

Ключевые слова: эксклюзивно ориентированное образование; конструирование будущего; инженерное образование; гуманизация образования.

Процессы, происходящие в современном обществе, приводят к осознанию того, что обучение не просто сменяется образованием, где педагог уже не является главным действующим лицом, а в том, что образование

© Воловик И. В., Малышонков И. О., 2019

на протяжении всей жизни становится личным делом обучающегося. Сегодня происходит смена акцентов: прагматические знания невозможны без развития общей культуры; исторический контекст научного знания дополняется современными представлениями о целостном, холистическом содержании системы наук. Мы можем стать свидетелями перехода к совершенно новой философской концепции образования, цель которой – не только образованность человека, но и умение быстро адаптироваться к новой глобальной экономике. Это может способствовать формированию стабильной основы в профессиональной деятельности, подготовке к изменениям жизненного процесса, рефлексии.

Задачей современного инженерного образования в новых условиях социальной динамики и непрерывных изменений, помимо общеизвестных, становится решение проблем неграмотности технологической, т. е. использования новых технологий, а также устранение транснеграмотности – проблем с применением информации из разных источников в повседневную жизнь. То, что ранее было определяющим качеством образовательного процесса (внешняя организованность), сегодня – личное дело каждого обучающегося, т. е. процесс его внутренней, имманентной реализации на протяжении всей жизни. Такое образование существенно отличается от традиционного профессионального образования по качеству обучения, поскольку последнее является качеством практического применения: определяет возможности развития способностей, создавая и извлекая практические знания из получаемой информации. Однако концентрация только на прикладных экономических аспектах, которые, безусловно, позволяют лучше адаптироваться в жизни, имеет и свои негативные последствия: социальное неравенство, безработица и др.

Современное образование предполагает смену субъекта образовательного процесса, существенно изменяя роль преподавателя как наставника, который, помимо традиционных форм обучения, может создавать условия совместной деятельности, консультирования, содействия. Тогда образовательный процесс уже будет восприниматься персонифицировано, определяться именно потребностями самого обучающегося, его собственными критериями, направленными на конструирование будущего. Иначе говоря, образование будет способно обеспечить эксклюзивно-ориентированное образование [2].

Характерной чертой современного образовательного процесса становится и то, что студенту постоянно нужно самостоятельно обучаться, поскольку знания и образовательная информация все больше начинают приобретать ценность сами по себе, а не только как средство получения диплома. Становится очевидным, что процесс традиционного обучения

сменяется процессом взаимного заинтересованного общения студента с педагогом, сверстником, коллегой или иным носителем нужной информации. В связи с этим необходимы новые формы регулирования образования, поскольку оно все больше становится стихийным. Так, знания, взятые из учебных пособий, все чаще подвергаются сомнению, конкурируют с информацией, поступающей из других источников. Следовательно, основным элементом учебного процесса все чаще становится не только знание, но и различная по своей природе информация.

Применение знаний и информации изменяют и суть инженерного образования: обучаемому нужны не знания сами по себе, а чрезвычайно важно найти способы решения проблемы, при которых интеграция накопленных знаний выступает лишь условием решения практических задач. Мы становимся свидетелями того, как ценность знания и информации проявляется в умении конструировать будущее, применять знания и свои и окружающих, использовать любой опыт для решения жизненных проблем. На наших глазах происходит смена в осознании использования знаний: знания нужны здесь и сейчас, поэтому образование приобретает черты процесса, обслуживающего образовательные потребности личности, дающего возможности получения образовательной информации отовсюду и тогда, когда это необходимо. В парадигме современного образования основным субъектом образовательного процесса и основным потребителем знаний становится обучающийся, который сам оценивает важность и необходимость приобретаемых или желательных знаний и информации, т. е. образование должно выполнять конкретные образовательные запросы личности [1].

Для инженерного образования по-прежнему остаются актуальными и вопросы гуманизации образования. Формирование самостоятельно мыслящего специалиста при стремительно изменяющихся социальных, духовных сферах жизни человека невозможно без нового подхода к разрешению возникших трудностей, которые генерируются собственными идеями обучаемого, являющегося субъектом культурно-образованного пространства. Мы становимся свидетелями обесценивания и понижения качества образования за счет недостаточного внимания к образованию и как к процессу овладения человеком определенной системой знаний, умений, навыков, и как способу мышления, необходимому для полноценного включения в социальную и культурную жизнь общества. Это еще раз доказывает то, что культурологические аспекты учебных дисциплин продолжают использоваться не в полной мере.

Многие специалисты уже давно обращают внимание на то, что технолого-методическое наполнение современного содержания образования не способствует созданию условий для развития духовной и твор-

ческой личности. Современному студенту необходимо не просто усвоить информацию, а осознанно ее найти, воплотить, обогащая собственным опытом. Иначе говоря, наполнить традиционное образование культурологическим содержанием. При этом, отмечают ученые, важно сохранить отношение между знанием и сознанием, когда в ходе собственного психологического развития происходит диалог, развивающий эмоциональный мир [2]. От молодого специалиста в информационном обществе требуется не только умение применять полученные знания, но и обновлять и измерять умения, развивать внутреннюю речь, диалогичную по своей природе, являющуюся культурной составляющей развития мысли. Проблема осложняется еще и тем, отмечают ученые, что пока в системе образования наблюдается множество признаков просвещенческого рационализма: сциентизм, дифференциация знания в преподавании, ступенчатость подготовки, монологизм и авторитарность педагога, утилитарность образования [2]. Такая система образования не соответствует современному уровню культуры, для которой характерны интеграция наук, искусств, смешение стилей жизни, где сформировался новый тип мышления с превалированием «философии нестабильности», где определяющей чертой мышления, по мнению К. Леви-Стросса, становится ассоциативность, и важнейшее значение приобретает случай, а также умение увидеть и понять новое. Особое значение приобретает движение собственной мысли, а не ее определение. Лишь при таком подходе, считают философы, образование сможет стать ориентированным на самого человека [3].

Во все времена определяющую роль в воспитании и образовании играл преподаватель, а для гуманитарных дисциплин – это особый случай. Поскольку именно преподаватель транслирует то, что ценностно сопряжено с его личностным миром, своим примером подтверждает идею диалога культур в процессе создания субъектно-субъективных отношений культурно-образовательного пространства, способствует формированию разнообразных ценностных отношений.

Бесспорно, «…образовательная система лишь закладывает фундамент элементарных ценностей, а не пытается строить сразу высшие этажи духовной организации. Дисциплины гуманитарного цикла – часть образовательного процесса, но именно через них происходит формирование таких качеств личности, как терпимость, склонность к компромиссу, уважительное отношение к чужому мнению, иным культурам, ценностям, верованиям, осознание природы и человека в их единстве, отказ от авторитарного стиля мышления» [2]. Создание условий для развития такой личности невозможно без обновления содержания гуманитарного образования, в ходе которого происходит вхождение в культуру, в жизнь

социума, развитие его творческих возможностей. Современная философия видит перспективу человечества в становлении нового гуманитарного мышления на основе принципов целостности бытия, культуры, личности. Образование – именно та область социокультурной жизнедеятельности, где возможно становление духовно зрелой, нравственно свободной личности, способной творить целостный, гуманный мир.

Список литературы

1. *Бахтин, М. М.* К философии поступка. – М., 1986. – 144 с.
2. *Ильин, Г.* От педагогической парадигмы к образовательной // Высшее образование в России. – 2000. – № 1. – С. 64–69.
3. *Кудряшова, Т. Б.* Познание и образование // Сер. “Symposium”, Философия образования. – Вып. 23 : сб. материалов конф. – СПб. : Санкт-Петербургское филос. о-во, 2002. – С. 43–54.

Р. А. Галиахметов, доктор экономических наук, профессор,
директор Института «Цифровая экономика»
Н. Н. Пушина, кандидат экономических наук, доцент,
зав. кафедрой «Экономика и управление организацией»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. 8 (912) 851-88-17, e-mail: pushina_nn@mail.ru

Внедрение системы KPI как фактор повышения эффективности труда в вузе

Система KPI является одним из инструментов стимулирования персонала. Ее особенность в том, что переменная часть заработной платы персонала «привязана» к результатам деятельности конкретного сотрудника. В условиях внедрения эффективного контракта система KPI может стать актуальной и для вузов, так как с ее помощью можно решить проблему конфликтов между отдельными структурными подразделениями.

Ключевые слова: мотивация; стимулирование персонала; эффективный контракт; система *KPI*; эффективность управления.

В качестве одного из инструментов повышения эффективности деятельности персонала коммерческих организаций в настоящее время используется формирование переменной части заработной платы на основе *KPI*-показателей [1]. Возникает закономерный вопрос о воз-

© Галиахметов Р. А., Пушина Н. Н., 2019

можности применения данного подхода в вузах, тем более что актуальность этого вопроса повышается в рамках внедрения в вузах эффективного контракта. Следует отметить, что при внедрении *KPI* заработная плата сотрудников складывается из двух частей: постоянной и переменной. При этом действие *KPI*-показателей распространяется только на переменную часть заработной платы, по отношению к которой действуют следующие принципы:

1) зависимость от результатов деятельности организации;

2) зависимость от результатов деятельности работника;

3) основой для начисления являются положительные отклонения от запланированных значений показателей и др.

Эти принципы говорят о необходимости привязки системы *KPI*-показателей персонала к результатам деятельности организации, что предполагает последовательную постановку целей организации, целей структурных подразделений и целей сотрудников с последующей установкой целевых или пороговых значений по планируемым показателям. Проще говоря, все начинается с целей или целевых показателей организации. При формировании системы показателей коммерческих организаций во главу угла ставятся показатели, связанные с ориентацией на клиента, получением прибыли, обеспечением необходимой оборачиваемости. В отношении вуза, ведущего подготовку специалистов в рамках госзаказа, а также на внебюджетной основе, факт ориентации на клиента предполагает, что главный клиент фактически диктует свои требования, отказ от выполнения которых означает потерю заказа. Основными требованиями являются: выполнение плана приема, сохранение контингента, обеспечение необходимого качества подготовки специалистов, трудоустройство выпускников и др. На данном этапе важнейшими показателями являются показатели, связанные с выполнением научно-исследовательских и хоздоговорных работ. Но, так или иначе, выполнение данных показателей зависит от основных структурных подразделений (факультетов и кафедр). В результате для основных структурных подразделений показатели являются количественными, легко отслеживаемыми, а для остальных структурных подразделений используются так называемые «репрезентативные показатели», отражающие функциональное назначение подразделения. Например, для бухгалтерии показатели эффективности могут быть привязаны к соблюдению графика документооборота, сдаче отчетности в срок, отсутствию замечаний и ошибок; для юридической службы – опять соблюдение графика документооборота, количество документов, выполненных в установленные сроки и т. п. В результате возможна ситуация, что сотрудники основных подразделений, занятых в образовательном процессе, не получают

«премию», а остальные могут быть премированы. И, наоборот. Поэтому наша основная идея – привязать выплату переменной части заработной платы всех сотрудников, начисляемой с учетом *KPI*-показателей к выполнению планов основными структурными подразделениями, если в образовательном процессе есть пробелы и проблемы, то «премию» никто не должен получить.

Но это тянет за собой другую проблему: каким образом к выполнению плана основными образовательными подразделениями «привязать» все остальные службы. Для этого предлагается вспомнить методику НИИ труда по расчету плановой численности служащих в разрезе функций управления, разработанную для промышленных предприятий [2]. В методике всего выделено 17 функций, в основе каждой формулы – численность рабочих, т. е. эмпирически установлено, что между всеми службами и численностью рабочих или персонала в целом имеется связь [3, 4]. Например, зависимость численности работников, занятых конструкторской подготовкой производства, описывается уравнением:

$$H_{\text{чл}} = 5,204 \cdot R_{\text{п.р}}^{0,2906} \cdot n_{\text{ор.д}}^{0,0672}, \qquad (1)$$

где $R_{\text{п.р}}$ – численность производственных (технологических) рабочих, чел.; $n_{\text{ор.д}}$ – количество наименований оригинальных деталей.

Численность работников, занятых бухгалтерским учетом и финансовой деятельностью:

$$H_{\text{чл}} = 0,0005 \cdot R_{\text{п-п.п}}^{0,9951} \cdot n_{\text{мат}}^{0,0998} \cdot n_{\text{счет}}^{0,1624}, \qquad (2)$$

где $R_{\text{п-п.п}}$ – численность промышленно-производственного персонала, чел.; $n_{\text{мат}}$ – количество типоразмеров, наименований основных и вспомогательных материалов, полуфабрикатов и покупных изделий; $n_{\text{счет}}$ – количество счетов на отгруженную продукцию в год.

Можно сделать вывод, что на промышленных предприятиях есть реальная возможность привязать переменную часть зарплаты служащих к выполнению плана основным производством. В тех же формулах выделяется как минимум, еще один количественный показатель. Каждая формула содержит коэффициенты, которые фактически отражают значимость фактора, например, в формуле расчета численности персонала бухгалтерии и финансовой службы это показатели количества типоразмеров и количества договоров, например, в формуле (2):

– коэффициент 0,9951 учитывает значимость численности промышленно-производственного персонала, которая как раз зависит от объемов основного производства;

– коэффициент 0,998 учитывает значимость количество типоразмеров, наименований основных и вспомогательных материалов, полуфабрикатов и покупных изделий, которое также зависит от объемов основного производства и т. п.

С учетом этого можно предположить, что и в системе высшего образования возможно сформулировать количественные факторы, а затем и показатели, которые могут стать основой для определения *KPI*-показателя для сотрудников остальных структурных подразделений, непосредственно не занятых в основном образовательном процессе. Для примера, можно часть показателей, можно просто перенести, без особых исследований и обоснований, с промышленных предприятий на вуз:

1) по функции «Общее руководство предприятием» – количество самостоятельных структурных подразделений в основном производстве;

2) по функции «Бухгалтерский учет и финансовая деятельность» – количество договоров на оплату в год и т. д.

По остальным показателям необходимо проведение специальных исследований.

В целом такой подход позволит повысить ответственность сотрудников всех структурных подразделений за результат образовательного процесса, в том числе. И в итоге – два наших основных предложения. Первое: всему персоналу вуза, в том числе сотрудникам, не занятым в основном образовательном процессе, выплату переменной части зарплаты, основанной на расчете *KPI*-показателей, привязать к выполнению планов в основных образовательных структурных подразделениях. Второе: провести исследования, позволяющие скорректировать существующие расчетные формулы, уточнить коэффициенты значимости и включить в расчет новые службы и должности.

Список литературы

1. Нормирование труда: от теории к практике практики на современном предприятии : моногр. / Ю. Г. Одегов [и др.] ; под ред. О. И. Бочкарева, Б. А. Якимовича. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2016.

2. Нормирование труда служащих : метод. указания. – 3-е изд. – М. : НИИ труда, 1979. – 147 с.

3. Экономика труда и персонала : моногр. : в 3 кн. Кн. 3 / Ю. Г. Одегов [и др.]. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2010.

4. Экономика труда : учеб. пособие / Р. А. Галиахметов [и др.] ; под ред. проф. Р. А. Галиахметова и Н. А. Горелова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2007.

И. Б. Иванова, кандидат экономических наук,
доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»
Тел. 8 (912) 447-16-11, e-mail: ir_ivanova_59@mail.ru
А. В. Ефремов, магистрант
Ижевский государственный технический
университет имени М. Т. Калашникова
Тел. 8 (912) 759-92-91, e-mail: a9efremov@gmail.com

Сравнительный анализ нотаций описания бизнес-процессов в ВКР

В статье приводится анализ нотаций, используемых при описании и моделировании бизнес-процессов в ВКР, разработана сравнительная таблица с основными характеристиками и особенностями применения с целью выбора языка описания бизнес-процессов для использования в ВКР магистрантов.

Ключевые слова: бизнес-процессы; описание бизнес-процессов; нотации; IDEF0, BPMN, eEPC; ВКР магистранта.

В настоящее время много российских компаний имеют проблемы, связанные с вопросами управления и эффективностью [9]. Правильное описание бизнес-процессов предприятия является одним из методов решения этих проблем. Так, деятельность любой компании можно описать как сумму множества процессов, у каждого из которых есть ответственное лицо (группа лиц), что позволяет добиться следующих результатов [1, 2]:

1. Формализация бизнеса, создание прозрачной системы управления.
2. Возможность провести реинжиниринг бизнес процессов.
3. Снижение затрат на обучение новых сотрудников.
4. Возможность внедрения интегрированной информационной системы.
5. Упрощение масштабирования бизнеса.

Существует несколько способов описания бизнес-процессов.

Текстовый способ. Такой способ представляет собой простое текстовое последовательное описание бизнес-процесса, например: «Отдел продаж составляет договор и согласует его с юридическим отделом».

Табличный способ. Табличный способ описания бизнес-процесса является более формализованным и предполагает разбиение бизнес-процесса по ячейкам структурированной таблицы, в которой каждый столбец и строчка имеют некоторое определенное значение. Для целей анализа и оптимизации деятельности компании данные варианты имеют недостатки, связанные с устройством человеческого мышления

© Иванова И. Б., Ефремов А. В., 2019

(сложностью чтения как вида деятельности, потребность в образах, «образных закрепителях» и т. п.) [3].

Графический подход. В настоящее время наибольшее развитие и применение при описании бизнес-процессов получают графические подходы и методы. Признано, что они обладают наибольшей результативностью при решении задач по описанию, анализу и оптимизации деятельности предприятия. В случае, когда читателю представляется информация в виде графических образов, значительно возрастают его возможности анализа и принятия решений [3].

Для описания бизнес-процессов существует множество нотаций (языков описания) таких как VAD, EPC, BPMN (2.0), Flow Charting, семейство IDEF (IDEF0, IDEF1, …, IDEF14), UML, VSM, SIPOC и т. д. [4].

При первичном выборе нотации описания бизнес-процесса следует отталкиваться от популярности или распространенности данной нотации. Если нотация распространена, это говорит о ее проработанности и понятности как для разработчика, так и для читателя.

Из всех выше перечисленных выделим для сравнительного анализа самые популярные нотации [3].

IDEF0 (рис. 1). Одной из самых известных и широко используемых нотаций в области моделирования бизнес процессов является семейство IDEF. Семейство IDEF появилось в конце 60-х гг. XX века под названием SADT (Structured Analysis and Design Technique), на данный момент существует 14 нотаций данного семейства [3].

IDEF0 является самой популярной нотацией семейства IDEF. Нотация IDEF0 обычно используется для описания процессов верхнего уровня, хотя и позволяет описать всю деятельность компании. Недостатком IDEF0 остается статичность и неспособность отразить, как именно меняется ход выполнения процесса под воздействием управления.

Количество блоков (рис. 1) на схеме IDEF0 обычно жестко ограничено и не превышает 7–9 из-за того что, независимо в какой программе вы составляете модель процесса в нотации IDEF, блок схема будет ориентирована на лист формата А4 в альбомной ориентации [5]. Это облегчает распечатку, но зачастую такого количества оказывается недостаточно, из-за чего особо крупные процессы приходится дробить на несколько диаграмм (декомпозировать функциональные блоки).

Несмотря на описанные недостатки и относительную сложность восприятия графических схем рядовыми сотрудниками предприятия, нотация IDEF0 по-прежнему остается одной из самых популярных среди консультантов и специалистов в сфере управленческого консалтинга, так как эта нотация была в основе графического подхода моделирования бизнес процессов.

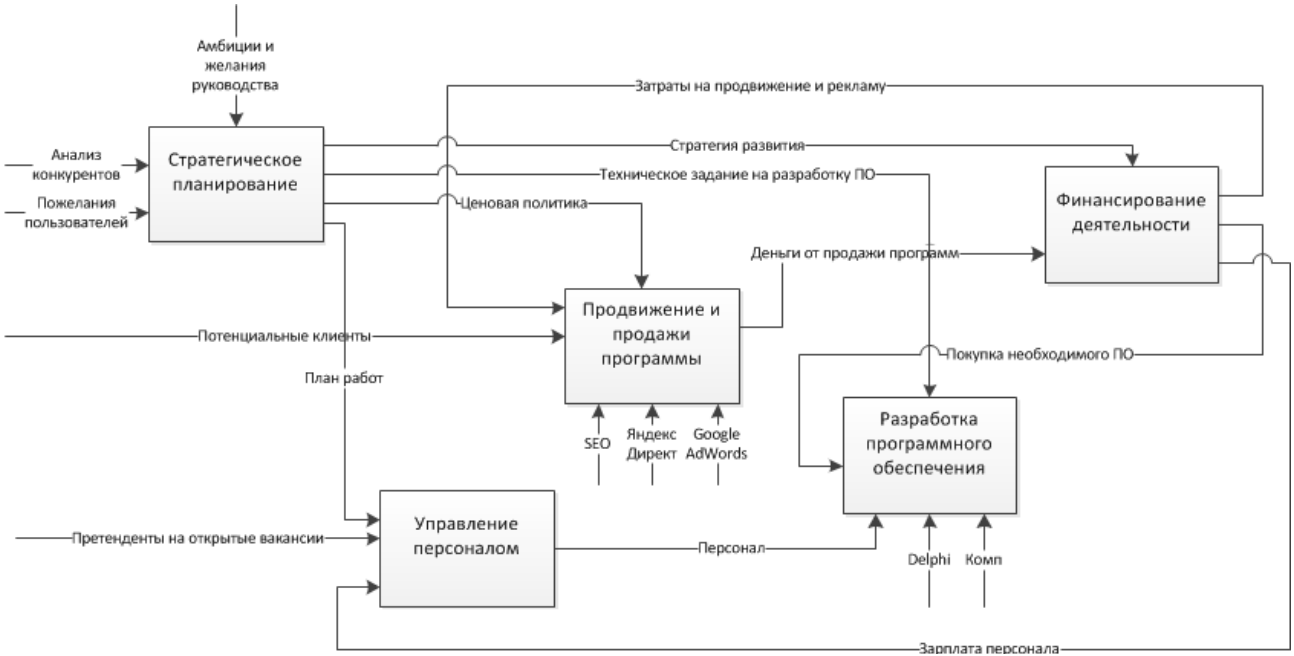


Рис. 1. Применение нотации IDEF0 для описания бизнес процессов

IDEF0 появились на российском рынке еще в 1996 г. и начала набирать популярность в начале нулевых [6], она могла предоставить бизнес-аналитикам эффективный и относительно простой инструмент для описания бизнес процессов (рис. 1) [7].

eEPC (рис. 2). Авторами нотации eEPC (extended event-driven process chain) является известная немецкая фирма IDS Scheer AG. В основе этой нотации лежит одна из нотаций семейства IDEF-IDEF 3 [8, 5].

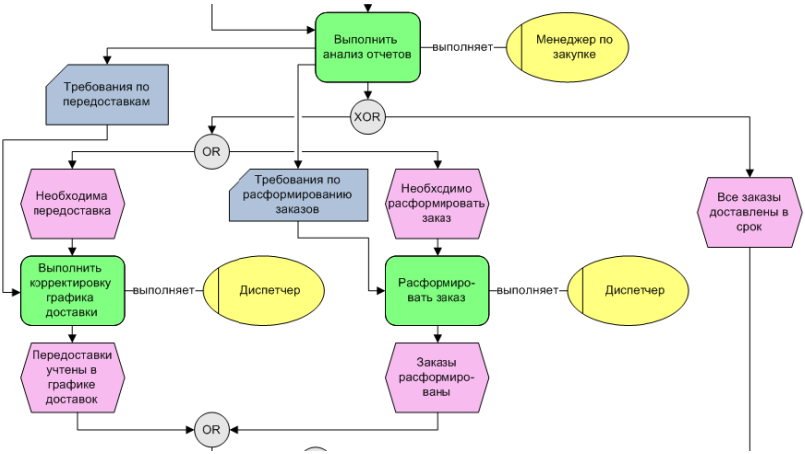


Рис. 2. Применение нотации eEPC для описания бизнес процессов

Нотация eEPC предназначена для описания алгоритма выполнения бизнес-процесса в виде последовательности функций, управляемых событиями, что видно из дословного перевода названия нотации: «расширенное описание событийной цепочки процессов». Модели, построенные в этой нотации позволяют довольно эффективно изучать и анализировать бизнес-процессы. На одной схеме можно увидеть не только порядок выполняемых процессов, но и события, которые управляю развитием процесса, документы, информационные системы, ресурсы, персонал и т. д. Несмотря на то что базовый набор знаков нотации невелик, существует большое количество возможностей для моделирования любого процесса. Логика построения весьма проста и понятна [5, 8].

Безусловно, присутствуют и недостатки. Невозможно отобразить процесс в виде переходящего потока работ по ролям бизнес-процесса. В нотации eEPC отсутствуют типы событий. Также отсутствует разде-

ление потоков на рабочие и информационные, а это усложняет чтение диаграмм [5, 8].

BPMN (рис. 3). Нотация BPMN создана консорциумом Object Management Group (OMG) и предназначена для моделирования бизнес-процессов с целью их последующей автоматизации.

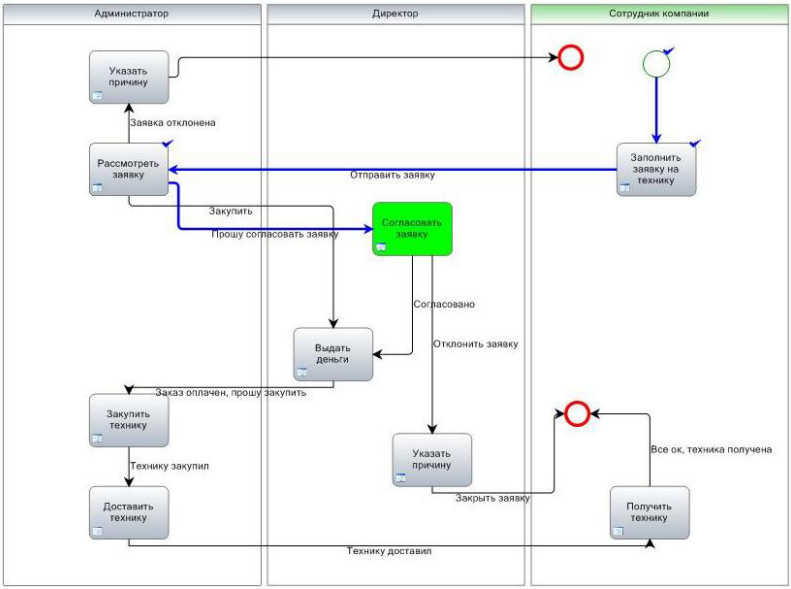


Рис. 3. Применение нотации BPMN 2.0.2 для описания бизнес процессов

Нотация BPMN используется для детального моделирования бизнес-процесса, а количество объектов в данной нотации превышает 100, что позволяет описать все нюансы поведения бизнес-процессов для того, чтобы информационная система могла преобразовать созданную модель в исполняемый код [4].

Открытость нотации BPMN и поддержка большинством средств моделирования и автоматизации бизнес-процессов сделали данную нотацию лидером в моделировании бизнес-процессов [4].

В таблице представлена сравнительная таблица с основными характеристиками и особенностями применения.

Критерий	IDEF0	eEPC	BPMN 2.0
Простота написания	Ограничена в количестве блоков. Требует декомпозиции. Набор знаков нотации низкий	Требует изучения Набор знаков нотации низкий	Требует изучения Набор знаков нотации высокий
Простота чтения, понимание	Зависит от количества декомпозированных блоков	Схема дополняется большим количеством пояснений	Простое чтение
Уровень процессов для описания	Высокий.	Высокий и низкий	Высокий и низкий
Возможность реинжиниринга	Есть	Есть	Есть

При выборе нотации описания бизнес-процессов нужно отталкиваться от поставленных задач и имеющихся ресурсов. Каждая из проанализированных нотаций пригодна для описания бизнес процессов, но у каждой присутствуют свои особенности, которые могут как положительно, так и отрицательно повлиять на описание бизнес процесса. В магистерской диссертации для описания бизнес-процессов проектной организации будет применяться нотация BPMN версии 2.0.2.

Список литературы

1. Описание бизнес-процессов: алгоритмы и проблемы // Финансовый директор. – URL: https://fd.ru/articles/158185-primer-opisaniya-biznes-protsessov-predpriyatiya-qqq-16-m9

2. Почему я не люблю нотацию IDEF0 // Fox manager : корпоративный блог. – URL: https://www.fox-manager.com.ua/blog/pochemu-ya-ne-lyublyu-notatsiyu-idef0/

3. *Цуканова, О. А.* Методология и инструментарий моделирования бизнес-процессов : учеб. пособие. – СПб. : Университет ИТМО, 2015. – 100 с.

4. *Коптелов, Андрей Константинович.* Моделирование бизнес-процессов – обзор нотаций. – URL: http://koptelov.info/publikatsii/modelirovanie-biznes-protsessov//

5 Самые популярные нотации описания и моделирования бизнес-процессов // Организация эффективного управления. – URL: http:// rzbpm.ru/knowledge/samye-populyarnye-notacii-opisaniya-i-modelirovaniya-biznes-processov.html

6. Основные методологии обследования организаций. Стандарт IDEF0 // Корпоративный менеджмент : интернет-проект – URL: https://www.cfin.ru/vernikov/idef/idef0.shtml

7. Нотации серии IDEF // BPMSoft.org. – URL: https://bpmsoft.org/idef0-and-idef3/

8. IDEF0 vs BPMN vs FlowChart vs eEPC: иллюзия выбора. – URL: https://www.fox-manager.com.ua/blog/idef0-vs-bpmn-vs-flowchart-vs-eepc-illyuziya-vy-bora/
9. Описание и регламентация бизнес-процессов // Корпоративный менеджмент. – URL: https://www.cfin.ru/itm/bpr/key_realize.shtml

Г. Е. Калинкина, доктор экономических наук,
профессор кафедры «Менеджмент»
В. А. Куликов, доктор технических наук,
профессор кафедры «Вычислительная техника»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. 8 (912) 451-63-61, e-mail: kge@idz.ru

Опыт формирования программы «Коммерциализация инноваций в области информационных технологий» для магистерской подготовки

Рассматривается опыт формирования и апробации экономического блока дисциплин при обучении магистрантов технических направлений, формирующих компетенции, связанные с коммерциализацией инноваций.

Ключевые слова: коммерциализация инноваций; дополнительные компетенции; подготовка магистрантов; технические направления.

Чтобы занять достойное место в мировой экономической системе России, необходимо повышение конкурентных позиций отечественной промышленности, что невозможно без инноваций. При их формировании решающую роль приобретает уровень кадрового обеспечения этого процесса. Республика Удмуртия занимает одну из лидирующих позиций в подготовке кадров для ОПК [1].

Однако разработка инновации требует инвестиций, несет в себе определенные риски, которые могут и должны быть закрыты через ее коммерциализацию. Цель коммерциализации – как можно более широкое использование инновации с обязательным извлечением прибыли. В процессе коммерциализации инновации вовлекаются в коммерческий оборот, функционируют на рынке, следовательно, участвуют в обменных процессах и выступают в качестве товара. Здесь возникают понятия и функции, связанные с коммерческим оборотом инновации [3, 4].

© Калинкина Г. Е., Куликов В. А., 2019

Идеальной является ситуация, когда исследователи и разработчики, обладая соответствующими знаниями и информацией, могут и готовы сами заниматься их коммерциализацией [2]. Поэтому при подготовке инженерных кадров весьма важным для развития будущей социально-экономической инфраструктуры региона является усиление экономической подготовки инженерных кадров и ее своевременная корректировка.

С целью разработки соответствующих подходов в 2016 г. кафедрой «Экономика, технология и управление коммерческой деятельностью» совместно с факультетом информационно-вычислительной техники была разработана программа магистерской подготовки «Коммерциализация инноваций в области информационных технологий» и набрана экспериментальная группа магистрантов. Для ориентировки программы выбрано направление экономического блока дисциплин, связанное с адаптацией и распространением существующих инноваций на новые рынки. Блок технических дисциплин существенно не изменялся.

Предварительно проведенные исследования показали основные бизнес-процессы, которые требуют дополнительных знаний, и в программу подготовки магистров были введены следующие дисциплины (таблица).

Таблица 1. **Соответствие требуемых компетенций и обеспечивающих дисциплин**

№ п\п	Требуемые компетенции в выполнении бизнес-процессов	№ п\п	Обеспечивающие дисциплины
1	Владение методами проверки и корректировки инновационных идей с точки зрения рыночных критериев	1	Маркетинговые исследования и анализ отраслевых рынков
2	Способность формировать группы инвесторов и собственников инновации, обеспечивать юридическое закрепление отношений между ними и контроль выполнения обязательств	2	Управление коммерциализацией инновационных проектов в промышленности
3	Владение методами формирования системы снабжения производства инновации и системы сбыта	3	Бизнес-проектирование инновационной деятельности
4	Способность оценки и управления рисками	4	Экономическая и маркетинговая оценка результатов и рисков коммерциализации
5	Владение методами оценки эффективности инновации	4	Экономическая и маркетинговая оценка результатов и рисков коммерциализации

Окончание табл. 1

№ п\п	Требуемые компетенции в выполнении бизнес-процессов	№ п\п	Обеспечивающие дисциплины
6	Готовность к разработке и осуществлению продвижения инновации, к созданию системы коммуникаций	5	Выбор и разработка интегрированных моделей продвижения инновационных продуктов

В период с 2016 по 2018 г. группа обучалась в соответствии с учебным планом.

При подготовке ВКР руководителями для исследований студентам были предложены существующие разработки инновационных продуктов и предложено найти для них новые рынки, адаптировать продукт под требования рынка, проработать и оценить возможные варианты взаимодействия по инвестициям и собственности, оценить возможные риски и результаты.

Темами выпускных работ являлись модификации базовой темы, например, *«Исследование возможностей коммерциализации инновационного продукта «Система измерения потока теплопотерь на теплотрассах» на основе анализа целевого рынка».* Типовым был и план выпускной магистерской работы (рисунок).

ВВЕДЕНИЕ
ГЛАВА 1 ХАРАКТЕРИСТИКА БАЗОВОГО ПРОДУКТА «СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПОТОКА ТЕПЛОПОТЕРЬ НА ТЕПЛОТРАССАХ» И ЕГО РЫНКА
1.1 Характеристика базового инновационного продукта и его рынка
1.2 Исследование возможностей рынка для коммерциализации продукта
1.3 Идентификация продукта с потребностями и предпочтениями его потребителей
ГЛАВА 2 ПРЕДЛАГАЕМАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОДУКТА
2.1 Технологические и конструкторские разработки
2.2 Стратегия и тактика процесса коммерциализации
2.2 Вложения и ожидаемые результаты
ГЛАВА 3 ЭФФЕКТИВНОСТЬ И РИСКИ
3.1. Виды рисков, возникающих в процессе коммерциализации
3.2 Оценка эффективности предложенных мероприятий
ЗАКЛЮЧЕНИЕ
СПИСОК ЛИТРЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ
ПРИЛОЖЕНИЯ

Типовой план выпускной квалификационной работы (пример)

В первой главе магистрантами были описаны и проанализированы предложенные руководителями варианты уже существующих разработок, называемых в работе базовыми разработками. Выявлены их рынки, конкуренты и характеристики товаров-конкурентов. Кроме того, проведено исследование и сегментация рынков, выявлены потенциально возможные новые сегменты.

По этим сегментам проведено дополнительное исследование с целью определения емкости, спроса и конкуренции на новых рынках, а также идентификации существующего продукта с потребностями новых потребителей и определения направлений доработки и модификации продукта для новых потребителей.

Во второй главе выполнены конструкторские и технологические разработки, необходимость, которых показало исследование. Здесь же были проработаны возможная стратегия и тактика коммерциализации продукта для новых рынков: выбор способов коммерциализации, возможных участников процесса, видов сделок при определении форм взаимоотношений между ними на различных этапах процесса.

Параллельно прорабатывалась структура вложений и возможных результатов.

В третьей главе проводилась оценка возможных видов рисков и методов защиты от их вероятного воздействия и оценка эффективности проекта.

По результатам выполнения работ можно сделать следующие выводы:

1) Все студенты, обучаемые по разработанной программе, выполнили исследования, проводимые в ВКР. Ими были найдены новые рыночные возможности для предложенных продуктов.

2) Государственная аттестация показала, что вышеуказанные дополнительные компетенции у выпускников сформированы в полном объеме, так как при защите студенты показали только хорошие и отличные знания.

3) Кафедрой «Экономика, технология и управление коммерческой деятельностью» был подготовлен соответствующий экономический блок дисциплин с полным методическим обеспечением.

4) Кафедрой «Вычислительная техника» было опробовано новое направление исследований, что дало возможность постановки при разработке инноваций нового ракурса работ.

Список литературы

1. *Федоров, О. В*. Аспекты ресурсообеспечения новых технологических укладов: монография. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 166 с.

2. *Губин, Е. П.* Коммерциализация инновационного продукта (проекта): учебное пособие / Е. П. Губин, Н. О. Чистякова ; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2010 – 118 с.

3. *Токарев, Б. Е.* Маркетинговые исследования рыночных ниш инновационных продуктов. – М. : Магистр ; ИНФРА-М, 2013. – 272 с.

4. Коммерциализация объектов интеллектуальной собственности и повышение капитализации компании // Материалы секционного заседания Третьего Всероссийского форума «Интеллектуальная собственность – XXI век» 20–23 апр. 2010 г. / под ред. Е. В. Королевой. – М. : Рос. гос. ин-т интеллект. собственности (РГИИС), 2010. – 96 с.

В. П. Корецкий, кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры «Экономика и управление организацией»
Института «Цифровая экономика»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. 8(963) 063-66-48, e-mail: vpk1973@yandex.ru

Этика и «нравственный кодекс» ученого в сфере образования

В статье рассмотрены вопросы-вызовы, стоящие перед наукой, в том числе и в образовательной сфере, этического характера. Представлены основополагающие ценности по Р. К. Мертом, приверженность к которым ожидается от исследователя. Автором приведены примеры требований к моральной и этической составляющей деятельности современного ученого. В статье рассмотрены примеры этических требований, присутствующих в «моральных кодексах» ученого, принятых в иностранных научных, образовательных и исследовательских организациях и «репрессий», применяемых в адрес исследователя, нарушающего их.

Ключевые слова: этический кодекс; плагиат; мораль.

Как только наука получила свое общественное и экономическое воплощение, появились научные сообщества, занятие наукой начало определять социальный статус субъекта, наука осознанно стала использоваться для приращения прибавочной стоимости, этические вопросы и проблемы стали актуальными, своего рода стали объектом исследований и даже в чем-то ограничивать ученого. При этом, кроме внутреннего цензора, над исследователем нависла тень общественно-экономического понимания научной этики.

© Корецкий В. П., 2019

Аристотель, введя в обиход термин «этика», впервые сформулировал один из важнейших принципов научной нравственности: «Платон мне друг, но истина дороже». Другое дело, что социально-экономические отношения, существовавшие в тот исторический период, не требовали унификации нравственных ценностей. Даже мистические и религиозные представления древних греков подтверждает этот тезис. Известно, что мифологический потусторонний суд над умершими осуществляли три судьи, в зависимости от их происхождения, т. е. у древних греков существовало понимание того, что этические нормы, которых придерживается индивидуум, зависят от социальной среды и его культурного наследия. В древнегреческой послежизни «Минос, Радаманф и Эак судят прибывающие тени мертвых. Радаманф судит азиатов, Эак – европейцев, а в наиболее сложных случаях им на помощь приходит Минос» [1]. И это есть ничто иное, как применение неоднозначных этических требований к представителям различных культур и отраслей экономики.

В различных научных сообществах, образовательных учреждениях принимаются этические кодексы, которые объединяют как нравственные категории, так и привносят в деятельность ученого принципы, получившие свое начало и развитие в экономике, политике и прочих направлениях человеческой деятельности.

Нравственный кодекс ученого – это в некотором роде бюрократическое проявление научной этики, которое обрело форму и функцию закона, нормативно-правового акта и даже формального соглашения. В сфере современной научной деятельности этика изучает специфику моральных взаимоотношений как внутри самого научного сообщества, так и между наукой и обществом в целом, определяя свод ценностей, норм и правил в данных областях.

С точки зрения американского социолога Р. К. Мертона, нормы науки строятся вокруг четырех основополагающих ценностей.

Первая из них – универсализм – убеждение в том, что изучаемые наукой природные явления повсюду протекают одинаково, истинность научных утверждений должна оцениваться независимо от возраста, пола, расы, авторитета, титулов и званий тех, кто их формулирует. Перед судом науки все равны и молодой аспирант, и ученый с именем.

Вторая ценность, по Р. К. Мертону, – это общность, смысл которой в том, что научное знание должно свободно становиться общим достоянием. Транспарентность, открытость, продвижение знаний должны стать принципами учеными. Но коммерциализация знаний и так называемый инновационный путь развития общества и экономики ставит под сомнение и этот принцип.

Третья ценность – бескорыстность, когда первичным стимулом деятельности ученого является поиск истины, свободный от соображений личной выгоды. Признание и вознаграждение должны рассматриваться как возможное следствие научных достижений, а не как цель, во имя которой проводятся исследования [2]. Еще Дэвид Юм (1711–1776) утверждал, «что не существует ученого, который, по крайней мере, не был бы честным человеком» [3].

Четвертая ценность – организованный скептицизм: каждый ученый несет ответственность за оценку доброкачественности того, что сделано его коллегами, и за то, чтобы сама оценка стала достоянием гласности. Определяя суть научной работы, Макс Вебер говорил: «Совершенное произведение искусства никогда не будет превзойдено и никогда не устареет… Напротив, каждый из нас знает, что сделанное им в области науки устареет через 10, 20, 40 лет... Мы не можем работать, не питая надежды на то, что другие пойдут дальше нас» [4].

В понимании и соблюдении этических ценностей заключаются и основные вызовы моральному облику ученого. Как только наукой стало заниматься выгодно, как только наука стала основой конкурентного и военного преимущества, этика стала определять необходимые рамки этой деятельности.

Первое – угроза дискредитации науки в целом и отдельных направлений в связи с идеологическими или коммерческими интересами. Отдельные нарушения этических норм науки, хотя и могут вызывать серьезные трудности в развитии той или иной области знания, все же чреваты большими неприятностями для самого нарушителя, чем для науки в целом. Однако когда такие нарушения приобретают массовый характер, под угрозой оказывается уже сама наука, отмечается в источнике [5].

Еще один вызов связан с моральными проблемами применения новых знаний. Примеров здесь много – атомное и химическое оружие, биологические эксперименты, угроза экологии в связи с развитием техники и технологий.

Плагиат и пиратство – еще один вызов, связанный с научной этикой. С организационной точки зрения он связан с цитированием и таким показателем, как «индекс цитирования». Здесь есть две составляющие. Первая – это дискредитация отдельных ученых или национальных научных школ. Вторая – составляющая бюрократическая, когда единственным критерием оценки эффективности деятельности научного работника становится его индекс цитирования. Эта практика получила широкое распространение в Российской Федерации [6]. Это ничто иное, как давление на ученого, ограничение его познавательной

деятельности деятельностью, направленной на увеличение собственного индекса цитирования.

Проблемы с нарушением учеными этических норм вызвали бюрократический ответ: практически все крупнейшие академические, образовательные и исследовательские центры, многие научные журналы имеют свои «этические кодексы».

Американская ассоциация ученых, занимающихся политическими науками, определила похожий принцип в своем «Гиде по профессиональной этике», который определяет следующие требования к ученым:

1) ученый несет персональную ответственность за свою публикацию;

2) ученый должен раскрывать все источники финансирования работы;

3) ученый должен добросовестно и скрупулезно указывать все источники помощи и поддержки.

Многие научные, образовательные и исследовательские центры разработали свои этические кодексы. Остановимся на одном из них – «Этическом кодексе в академических исследованиях» Европейского университетского института [7]. В институте ведутся исследования в области экономики, юриспруденции, истории, цивилизации, политологии и социологии применительно к Европе, и функционирует четыре факультета: экономический, факультет истории и цивилизаций, юридический факультет и факультет политических и социальных наук.

Основной принцип кодекса – это свобода исследований, включающий высокие стандарты честности, ответственность в проведении исследований с глубоким внедрением культуры честности и прозрачности. В соответствии с этим декларируется, что институт привержен гарантии свободной академической среды, где ученый мог бы трудиться по поиску новых знаний без влияния со стороны или каких-либо санкций. Контроля и цензуры не должно быть. При этом в кодексе указано, что институт придерживается принципов открытого доступа и приглашает своих членов создавать условия для широкого распространения знаний.

При институте создан этический комитет, который рассматривает вопросы, связанные с «неправомерным поведением», несовместимым со статусом ученого. К «неправомерному поведению» в кодексе относятся: плагиат; пиратство, использование результатов чужого интеллектуального труда без указания на авторство; нарушение прав на интеллектуальную собственность; преднамеренное искажение данных и дискредитация коллег; мошенничество; саботаж, под которое попадают и такие эксцессы, как воровство книг из библиотеки и их порча,

преднамеренные действия по ограничению информации и срыв экспериментов.

Санкции, которые могут применяться за «неправомерное поведение», варьируются от предупреждения до остановки программ, грантового финансирования и лишения ученых степеней. Таким образом, нравственный кодекс ученого начал приобретать бюрократическую форму со всеми вытекающими последствиями и из некоего философского понятия постепенно трансформируется в «руководство к действию». Пока на уровне научных изданий и отдельных исследовательских организаций.

Научно-технический прогресс не только обостряет многие из существующих противоречий современного общественного развития, но и порождает новые. Более того, его негативные проявления могут привести к катастрофическим последствиям для судеб всего человечества.

Этим и определяется сегодня социальная ответственность ученого. Но личная и социальная ответственность ученого уже не может быть достаточной. Нужен международный, в чем-то бюрократический, «этический кодекс ученого» или «нравственный кодекс ученого», который был бы разработан с учетом культурного наследия, исторического опыта и глобальных вызовов, которые уже тревожат человечество.

Но и здесь надо знать меру. «Этика стала настолько модной, что превратилась в мантру, в надменную и гордый центр теории, который свободно растекается вокруг, вездесуще и повсеместно, и получила такоее широкое значение, что почти потеряла его, кроме определенных профессиональных сфер, таких как правовая этика, где заняла нишу канонизированной дисциплины самоцензуры», – отмечается исследователями [8].

Список литературы

1. *Грейвс, Р*. Мифы древней Греции. – М. : Прогресс, 1992. – 624 с.

2. *Богатов, В. В*. Этика в научной деятельности // Вестник ДВО РАН. – 2008. – № 1. – С. 144–157.

3. *Богатов, В. В*. Можно ли доверять Science Citation Index? // Вестн. ДВО РАН. – 2006. – № 6. – С. 149–157.

4. Основы научной этики : методю пособие для студ., асп., мл. науч. сотр. – URL: http://www.uspu.ru/new (дата обращения: 20.02.2019).

5. *Фролов, И. Т*. Гл. X. «Наука». 6. Этика науки / Фролов И. Т., Араб-оглы Э. А., Борзенков В. Г. // Введение в философию : учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Республика, 2002. – 622 с.

6. *Медведев, Ю.* Минобрнауки поставит оценки академикам // Рос. газ. – URL: http://www.rg.ru/2013/12/09/nauka-site.html (дата обращения: 04.11.2018).

7. Code of Ethics in Academic Research // European University Institute. – 2013. Issue 80/2/13, rev. 2.
8. *Boldizar, A*. Ethics, Morals and International Law / A. Boldizar, O.Korhonen // International Journal of Innovation and Learning. – 1999. – Vol. 10, № 2. – Pp. 279–311.

Т. А. Краснова, кандидат филологических наук,
доцент кафедры «Лингвистическая типология и лингводидактика»
Удмуртский государственный университет, г. Ижевск
Тел. 8 (912) 750-43-18, e-mail: tanja-krasnova@rambler.ru
Е. В. Волменских, старший преподаватель кафедры «Английский язык»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. 8 (912) 763-44-06, e-mail: elena_volmenskih@mail.ru

Семантическое переосмысление компьютерных терминов в современном языке

В статье рассматривается проблема семантического переосмысления компьютерной лексики в современном языке. Компьютерная терминология представляет собой отдельную систему. Термины компьютерной технологии прочно закрепились в языке и вошли в общее употребление. В данной статье исследуются варианты окказионального употребления компьютерной лексики с точки зрения нормативности и не нормативности окказионализмов.

Ключевые слова: компьютерная терминология; компьютерная лексика; узкоспециализированые термины; лексика общего употребления; окказионализмы.

Сегодня терминология компьютерной отрасли представляет собой отдельную систему. Однако общелитературный язык и терминологические системы взаимодействуют и обмениваются ресурсами, в результате чего происходит непрерывный процесс детерминологизации специальной лексики и терминологизации слов литературного языка.

Существовавшая сначала как узкоспециальная лексика, связанная с вычислительной техникой и информатикой, за двадцать с лишним лет, она не только очень заметно расширила свой объем, но стала проникать активно в общее употребление. Так, сейчас лингвисту можно выделить компьютерную лексику, составную часть этой терминологии, представляющую собой совокупность слов, выходящих за рамки

© Краснова Т. А., Волменских Е. В., 2019

терминологической системы. В современных словарях новых слов и значений такие единицы с пометкой «комп.» занимают значительное место [1].

Объектом нашего исследования является эта семантическая группа, ее особенности и тенденции развития в английском языке.

В нашем исследовании мы остановимся лишь на одном способе семантического переосмысления компьютерной терминологии – это окказионализмы.

Следует отметить, что в разное время существования языка семантическая структура рассматриваемого типа слов может быть совершенно различной или частично не совпадающей как по количеству номинативных значений, так и по содержанию. Несмотря на то что производящее используется в одном и том же значении и значение деривата остается стабильным, их сочетания в процессе развития языка могут быть источником неограниченного числа номинаций.

Открытость семантической структуры идиоматичных названий лица и предмета обусловливает возможность создания на базе этих структур семантических окказионализмов. Они не сразу закрепляются на уровне общенародного и литературного употребления, т. к. многие из них остаются жаргонизмами.

Окказионализм (от лат. *occasionalis* – случайный) – индивидуально-авторский неологизм, созданный поэтом или писателем в соответствии с законами словообразования языка по тем моделям, которые в нем существуют, и использующиеся в художественном тексте как лексическое средство художественной выразительности или языковой игры [2].

Семантические окказионализмы могут быть разного типа. У производных слов окказиционное значение часто является результатом переосмысления производящей основы. При этом подлинная производная основа понимается не в том значении, в котором она входит в данное производное. Примерами окказиционного значения такого типа могут быть следующие слова:

– *to click* – щелкать, нажимать на клавишу (производная от междометия «щелк»);

– *to change* – поменять провайдера;

– *to connect* – присоединиться, подсоединиться к системе.

Кроме того, слова, образованные этим способом, могут утрачивать структурно-семантические связи с породившими их словами, которые оказываются лишенными четко выраженного признака производности. Лексическое значение, которое в таких случаях приписывается производному, вполне соответствует его словообразовательному значению,

но такая лексическая реализация словообразовательного значения для этого слова не принята. Такие семантические окказионализмы могут быть созданы только на основе производных с идиоматической семантикой.

Следует отметить, что лишь немногие слова могут иметь окказиональное употребление, т. к. без переосмысления их производящей основы употребить эти слова с иными значениями невозможно. Слова, образованные этим способ, могут утрачивать структурно-семантические связи с породившими их словами, т. е. в результате так называемой деэтимологизации превращаться в слова, которые оказываются лишенными четко выраженного признака производности. Например, *mouse* – инструмент для работы с компьютером.

Сегодня в современной литературе встает вопрос о нормативности и ненормативности окказионализмов.

Примечательно, что стилистически нейтральные в литературном английском языке слова в жаргоне программистов приобретают функционально обусловленную сниженную стилистическую окраску: грубовато-фамильярную, иронически-пренебрежительную или просто разговорно-непринужденную.

От профессиональной терминологии программистов ненормативная лексика отличается эмоциональной окраской и некоторой размытостью значений слов, не характерными для терминов. Как правило, жаргонизмы выступают в качестве стилистических синонимов профессиональных терминов [3].

Компьютерный жаргон – явление новое в языке. Новизна его определяется тем, что носители и создатели данной лексики – представители сравнительно молодой профессии-программисты. Существование компьютерного жаргона позволяет специалистам в области программирования не только понимать друг друга с полуслова. Благодаря знанию этого специального языка компьютерщики чувствуют себя членами некоей замкнутой общности, обособленной от «непосвященных». Явление подобного языкового обособления свойственно практически всем профессиональным группам, а не только программистам.

Cheater (англ. *cheat* – жульничество) – игрок в компьютерные игры, побеждающий с помощью секретных кодов, увеличивающих вероятность выигрыша, а не честной игры.

Ban (англ. *ban* – запрещать, объявлять вне закона) – принятый в Интернете способ контроля за действиями пользователей. Как правило, заключается в лишении провинившегося пользователя каких-либо прав (на создание новых тем на форуме, на комментирование и др.). *Ban* обычно действует в рамках одного веб-сайта. Действия, влекущие

за собой *ban*, устанавливаются владельцами этого сайта. Понятия *ban* и *banner* не взаимосвязаны.

Bug (от англ. *bug* – клоп, жук) – жаргонное слово, обозначающее ошибку в программе. Термин обычно употребляется в отношении ошибок, проявляющих себя на стадии работы программы. *Bugs* локализуются и устраняются в процессе тестирования программы.

Share (англ. *share* – делиться (имуществом)) – открыть для коллективного доступа какой-либо ресурс в локальной сети.

Flood (от англ. *flood*: 1. Разлив, наводнение; 2. Заливать, затоплять) – писать большое количество малоинформативных сообщений на сайтах, чатах и форумах).

Chat (от англ. *chat* – болтать) – группа по интересам, в которой пользователи могут общаться посредством Интернета.

Smile (от англ. *smile* – улыбка). Комбинация различных знаков препинания или букв, обозначающая настроение. Например, улыбка: ☺.

В настоящее время, *smiles* занимают одну из важнейших позиций передачи информации, а точнее – эмоций. Эти символы, возникшие посредством ассоциации, все больше и больше овладевают умами пользователей. Они используются во всех видах интерактивной связи: ICQ, Internet, SMS, chats, forums, e-mail.

Несомненно, компьютерная лексика, не входящая в рамки нормативности, может существовать как самостоятельный элемент языка, но она должна оставаться только в кругах программистов и людей, тесно связанных с компьютерным делом.

Мы лишь слегка затронули широкий пласт лексики, который представляет собой ненормативная компьютерная лексика. Развитие этого языкового явления и его распространения среди большого числа носителей русского языка обусловливается внедрением компьютерной техники в жизнь современного общества. Думается, что компьютерный жаргон должен стать объектом пристального внимания ученых-языковедов, как показывают примеры других жаргонных систем, специальная лексика иногда проникают в литературный язык и закрепляется на долгие годы.

Список литературы

1. *Смирницкий, А. И.* Лексикология английского языка. – М. : Иностранная литература, 1956. – 260 с.

2. Викисловарь. – URL: http://ru.wiktionary.org/wiki (дата обращения: 18.03.2019).

3. Теория метафоры / под. ред. Т. М. Мигашко. – М., 1990. – 230 с.

А. Г. Кузнецова, кандидат экономических наук, доцент
доцент кафедры «Экономика и финансы»
Е. Б. Хоменко, доктор экономических наук, доцент
профессор кафедры «Экономика и финансы»
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 77-60-55, e-mail: ekaterina_izh@mail.ru

Актуальные вопросы экономической безопасности предприятия в техническом образовании

В статье рассмотрена необходимость адаптации технического образования к потребностям обеспечения экономической безопасности промышленного предприятия. Авторами поставлены вопросы влияния на экономическую безопасность промышленного предприятия состава команды инновационного проекта, условий ее формирования и границ предоставления информации каждому члену команды. Это позволило сделать выводы о взаимосвязи инновационной деятельности предприятий и их экономической безопасности.

Ключевые слова: техническое образование; экономическая безопасность; инновационное предпринимательство; инновационная деятельность; промышленное предприятие.

Актуальность изучения вопросов экономической безопасности предпринимательства на технических факультетах университетов в современных условиях резко возрастает. Независимо от того, станут ли будущие инженеры наемными работниками на промышленных предприятиях или предпринимателями, им придется адаптироваться к существующим условиям развития российской и мировой науки, техники и экономики. Эту проблему подчеркнул Президент РФ В. В. Путин во время встречи с главой Российской академии наук академиком А. М. Сергеевым 9 января 2019 г. Президент РФ В. В. Путин особо отметил, что развитие научного сотрудничества с коллегами из-за рубежа должно быть равноправным и взаимовыгодным [1].

Если период адаптации увеличивается, то будущие инженеры столкнутся с серьезными трудностями в своей дальнейшей профессиональной деятельности и вряд ли станут успешными работниками. В процессе обучения в университете студентов технических специальностей целесообразно подготовить к тому, с какими проблемами они могут столкнуться, какие способы решения этих проблем уже есть, какие вопросы носят дискуссионный характер, требуют проведения дальнейших научных исследований, в которых смогут стать полноправными участниками будущие инженеры.

© Кузнецова А. Г., Хоменко Е. Б., 2019

Современное экономическое, техническое, технологическое развитие общества – это развитие инновационное. Любая инновация имеет рисковый характер и по видам, и по уровням каждого вида риска. Учесть их в полном объеме не может никто, т. к. любой человек, занимающийся творческой деятельностью, находится в условиях неопределенности, которая имеет разнообразные формы проявления. Инженер-технолог, разработавший новый технологический процесс производства какой-либо детали, не может точно знать, каким образом удастся им воспользоваться и на какие доходы он может претендовать, какие трудности придется преодолевать и каким способом это сделать в процессе реализации своей идеи, где выгодно, где целесообразно, и на каких условиях возможно осуществить свои инновации, чтобы лучше удовлетворить собственных потребности, не нанося ущерба экономическим интересам других участников данного процесса.

В настоящее время главная задача предпринимателя, владеющего промышленным предприятием, – получение доходов от инновационной деятельности и сохранение себя в качестве предпринимателя. Чтобы обеспечить экономическую безопасность своего предприятия, ему нужно ответить на фундаментальные экономические вопросы, в том числе: способен ли он адаптироваться к быстро меняющимся условиям в науке, технике и экономике?

Одно из направлений адаптации связано с разработкой новых технологий для производства технически сложных изделий. Такой деятельностью наиболее эффективно может заниматься команда инновационного проекта. При формировании такой команды требуются ответы на следующие вопросы: кого включить в состав команды, на каких условиях, в каких границах предоставлять информацию каждому члену команды? При поиске ответа на поставленные вопросы выявляются проблемы экономической безопасности (табл. 1).

Таблица 1. **Влияние состава команды инновационного проекта на экономическую безопасность промышленного предприятия**

Кого включить в команду инновационного проекта?	Вопросы экономической безопасности
Обладатель патента	Может продать лицензию конкурентам
Наемный работник данного предприятия	Может передать документально не оформленное новшество конкурентам, перейти на работу на конкурирующее предприятие
Наемный работник предприятия-партнера	Может из сведений, полученных в командной работе, составить общее представление об инновации и использовать ее в собственных интересах

Таким образом, предпринимателю следует иметь в виду, что влияние состава команды инновационного проекта на экономическую безопасность может быть негативным и снижать ее уровень.

Ответ на вопрос о влиянии условий работы в команде инновационного проекта на экономическую безопасность промышленного предприятия, представлен в табл. 2. Учет экономических интересов каждого члена команды инновационного проекта является наиболее сложным аспектом [2]. По нашему мнению, он может быть организован следующим образом:

– с учетом принципа справедливости (проблема оценки);

– на основе профессиональной подготовки для осуществления конкретного проекта (образование, стаж работы в данном виде детальности, участие в других инновационных проектах);

– с учетом личного вклада в разработку данного инновационного проекта (проблема «что дороже?»: генерация идей, систематизация идей, возможность реализации идей в процессе производства, коммерциализация);

– определение доли в полученном результате (в прибыли, валовом доходе).

Таблица 2. **Влияние условий работы в команде инновационного проекта на экономическую безопасность промышленного предприятия**

На каких условиях формировать команду инновационного проекта?	Вопросы экономической безопасности
Психологическая совместимость членов команды	Желаемый результат может быть получен с опозданием по сравнению с конкурентами, или не достигнут
Учет экономических интересов каждого члена команды	При отсутствии консенсуса положительный результат становится недостижимым

Вопрос определения границ предоставления информации каждому члену команды инновационного проекта связан с возникновением проблем снижения уровня экономической безопасности для промышленного предприятия (табл. 3).

Таблица 3. **Влияние границ предоставления информации членам команды инновационного проекта на экономическую безопасность промышленного предприятия**

В каких границах предоставлять информацию команде инновационного проекта?	Вопросы экономической безопасности
Ограничение рамками одного этапа, с которым связана работа конкретного участника команды	Может быть не обеспечена совместимость разработки с предыдущими и последующими этапами, что приведет к увеличению издержек производства
Установление ответственности за разглашение информации при предоставлении ее в полном объеме	Возможна утечка конфиденциальной информации при альтернативе «наказание – вознаграждение»

Другое направление адаптации предпринимателя к меняющимся условиям касается целесообразности в международных экономических отношениях. Это относится к малым, средним и крупным предприятиям. Сохранить свой статус предпринимателя становится сложным даже для крупного бизнесмена. Владельцу контрольного пакета акций приходится взвешивать, что выгоднее: лишиться контрольного пакета акций или прекратить участие предприятия на мировом рынке конкретного товара? При отказе от контрольного пакета акций уменьшаются возможности фактически единоличного управления предприятием, что наносит ущерб экономическим интересам предпринимателя. Лишение доступа на мировой рынок снижает экономические показатели: объем продаж, выручку от реализации товаров, экономическую прибыль, что характеризует снижение уровня экономической безопасности предприятия.

Например, из-за санкций США российский предприниматель Олег Дерипаска решил опустить ниже 50 % свою долю в компании En+, основном акционере UC Rusal. En+ была включена в санкционный список SDN. Из-за санкций международные трейдеры перестали закупать алюминий компании, западные биржи приостановили торги ее металлом. 23 апреля 2018 г. Минфин США заявил о возможности снятия наложенных на UC Rusal ограничений в том случае, если российский предприниматель откажется от контроля над компанией [3].

В настоящее время в Ижевском государственном техническом университете имени М. Т. Калашникова осуществляется подготовка бакалавров по направлению 27.03.05 «Инноватика», профиль «Предпринимательство в инновационной деятельности». Вопросы экономической

безопасности промышленного предприятия изучаются в курсе «Экономическая безопасность инновационного предпринимательства». По мнению авторов, такая дисциплина является актуальной и для других направлений бакалавриата, специальностей и программ магистратуры технических факультетов университета. Освоение курса «Экономическая безопасность инновационного предпринимательства» позволит подготовить будущих инженеров к особенностям их инновационной деятельности на промышленных предприятиях [4].

Авторский подход к определению особенностей инновационной деятельности промышленных предприятий в России представлен в табл. 4.

Таблица 4. **Основные особенности инновационной деятельности промышленных предприятий в Российской Федерации**

Особенность инновационной деятельности	Факторы, формирующие особенности инновационной деятельности и влияющие на экономическую безопасность
Непрерывность	Ускорение экономического, технологического, технического развития общества
Командный характер реализации	Кадровый голод и «утечка умов»
Рисковый характер на всех стадиях	Наука: неадекватная оценка творческой деятельности. Производство: отсутствия соответствия между элементами экономических ресурсов и сложность в достижении оптимального объема производства. Маркетинг: своеобразие восприятия потребителями в РФ инновационной продукции
Воздействие политических факторов	Влияние международных санкций по отношению к РФ, отдельным предприятиям, конкретным индивидуумам: закрытие доступа к новым технологиям, новому оборудованию, рынкам товаров, финансовым ресурсам, утрата собственности
Реализация в условиях недобросовестной конкуренции	Применение новых методов недобросовестной конкуренции (хакерские атаки, нарушение прав владельцев интеллектуальной собственности и др.)
Неопределенность	Асимметрия информации на рынках товаров и экономических ресурсов

Выявленные основные особенности инновационной деятельности промышленных предприятий в Российской Федерации необходимо

изучать будущим инженерам не только в курсе «Экономическая безопасность инновационного предпринимательства», но и в других дисциплинах, разработанных преподавателями кафедры «Экономика и финансы», например, «Асимметрия информации и риски в экономике», «Информационная экономика», «Предпринимательство в региональной экономике», «Экономический анализ инновационной деятельности». Это позволит усовершенствовать техническое образование, сделать его более адаптированным к требованиям современного предпринимательства в России и в мире.

Список литературы

1. Путин встретился с главой Российской академии наук Александром Сергеевым / ВЕСТИ.ru. – URL: https://www.vesti.ru/videos/show/vid/784395/cid/1100

2. *Ватутина, Л. А*. Трансформация инфраструктуры предпринимательства при переходе к информационной экономике / Л. А. Ватутина, А. Г. Кузнецова, Е. Б. Хоменко // Наука и бизнес: пути развития. – 2015. – № 12 (54). – С. 27–29.

3. Потеря контроля: почему Дерипаска решил снизить долю в En+. – URL: https://www.rbc.ru/business/27/04/2018/5ae344a59a794785d568b211

4. *Кузнецова, А. Г.* Актуальность обеспечения экономической безопасности предпринимательства посредством формирования кластеров при переходе к информационной экономике / А. Г. Кузнецова, Е. Б. Хоменко, Л. А. Ватутина // Вестн. Ижев. гос. техн. ун-та. – 2016. – № 2 (70). – С. 40–43.

А. Л. Кузнецов, профессор, доктор экономических наук,
профессор кафедры «Экономика и управление организацией»,
проректор по качеству образования и аккредитации
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 1200, e-mail: alkuznetsov_63@mail.ru
А. А. Колесникова
Тел. 8 (912) 767-09-93, e-mail: aa_kolesnikova@mail.ru

О происхождении корпоративной социальной ответственности бизнеса

Статья посвящена изучению возникновения такого явления, как корпоративная социальная ответственность бизнеса. При этом основной упор делается на изучение исторических и социально-экономических предпосылок возникновения этого явления в отечественной экономической истории и за ру-

© Кузнецов А. Л., Колесникова А. А., 2019

бежом. Авторы на конкретных примерах показывают историческое проявление КСО в экономике царской России и отсылают к опыту советских предприятий, доказывая этим, что элементы корпоративной социальной ответственности зародились в недрах отечественной экономики, а не западной.

Ключевые слова: корпоративная социальная ответственность бизнеса; социальные стратегии; возникновение КСО; социальные резервы повышения производительности труда; использование планов социально-экономического развития предприятий.

Введение

В силу определенных обстоятельств авторам представился случай подготовить и прочитать курс лекций по корпоративной социальной ответственности (КСО) бизнеса. В процессе подготовки к работе сложилось впечатление о не совсем заслуженном забвении российско-советского опыта в этом вопросе. Источники пытаются преподнести КСО как чисто западное явление, которому нам предстоит учиться и перенимать опыт у них.

В частности Н. А. Волгин и В. К. Егорова в учебном пособии для студентов пишут: «Первая модель, характерная для стран Северной Европы (Бельгии, Нидерландов, Норвегии, Финляндии, Швеции), предполагает активное участие государства в регулировании социально-трудовых отношений, происходящем на трех уровнях: общенациональном, отраслевом и на уровне отдельного предприятия. Вторая модель, применяемая в основном в США, Канаде, Японии, в странах Латинской Америки, а также англоязычных странах Африки, характерна регулированием социально-трудовых отношений на уровне предприятия и в значительно меньшей степени на уровне отрасли или региона… Третья модель, распространенная в странах Центральной Европы (Австрии, Германии, Франции) и частично в Великобритании, является соединением двух предыдущих моделей, являющихся крайностями для центрально-европейской конструкции. Например, согласно немецкой концепции социального рыночного хозяйства, основоположником которой был Л. Эрхард, государство вмешивается в социально-трудовые отношения, но при этом предприниматели и профсоюзы сохраняют автономию [1]. В статье не случайно приводится достаточно большой блок цитирования, т. к. это наиболее характерная точка зрения большинства авторов учебников и учебных пособий по КСО. Вот и Г. Л. Тульчинский акцентирует внимание на том, что: «Первым адептом КСО считается основатель *US Steel* Э. Карнеги, известный щедрыми вложениями в общественные проекты» [2].

Здесь полезно обратиться к Википедии, где читаем, что Эндрю Карнеги является крупным американским сталепромышленником, мультимиллионером и филантропом. Первые общественно значимые инвестиции он осуществил в 1879 г., построив бассейн для жителей родного городка Данфермлин. Э. Карнеги претендует, по версии Г. Л. Тульчинского, на пионера в области благотворительной деятельности. Но в той же Википедии находим информацию про род Демидовых: «Старший сын Акинфия, Прокофий (1710–1786), был известен своими громадными богатствами, полученными в наследство (четыре завода, более 10 сел и деревень, несколько домов, до 10 000 душ крестьян и пр.) и значительными расходами на общественные нужды, что сделало его одним из значительнейших общественных благотворителей. На пожертвованные им 1 107 000 руб. основан Московский воспитательный дом. Им же учреждено коммерческое училище, на которое он пожертвовал 250 000 руб. в 1772 г. С его именем связывается также учреждение Нескучного сада в Москве. Этот пример говорит о том, что на Руси среди дворян и купцов благотворительность и пожертвования издревле были нормой и своими корнями уходят в XIII век. Следовательно, лидерство американское в КСО не так однозначно.

Тем не менее весьма популярное среди преподавателей и студентов издание гласит, что впервые определение социальной ответственности дал в 1953 г. Г. Боуен: «Социальная ответственность бизнесмена состоит в реализации такой политики, принятии таких решений либо следовании такой линии поведения, которые были бы желательны для целей и ценностей общества» [3]. Автор ни в коей мере не умоляет заслуг Г. Боуена и не подвергает сомнению его пионерство на понятийном уровне, но социальные цели и ценности общества всегда стояли во главе угла в российской (советской) плановой экономики и этим проблемам посвящены значительное количество научных отечественных трудов, но об этом чуть ниже.

Удивляет и другое, что даже в научных трудах, таких как диссертация А. В. Лукашевича находим следующее: «Сегодня существуют три основных толкования концепции социально-ответственного бизнеса. Первая, и наиболее традиционная, подчеркивает, что единственная ответственность бизнеса – увеличение прибыли для своих акционеров. Эта точка зрения была «озвучена» еще Милтоном Фридманом в 1971 г. и может быть названа теорией корпоративного эгоизма: «Существует одна и только одна социальная ответственность бизнеса: использовать свои ресурсы и энергию в действиях, ведущих к увеличению прибыли, пока это осуществляется в пределах правил игры».

Вторая точка зрения прямо противоположна теории Фридмана. Появилась она одновременно с опубликованием нашумевшей его статьи в *New York Times* и принадлежала Комитету по экономическому развитию. В рекомендациях комитета подчеркивалось, что «корпорации обязаны вносить значительный вклад в улучшение качества американской жизни».

Третью позицию представляет теория «разумного эгоизма». Она настаивает на том, что социальная ответственность бизнеса – это просто «хороший бизнес», поскольку сокращает долгосрочные потери прибыли. Тратя деньги на социальные и филантропические программы, корпорация сокращает свои текущие прибыли, но в долгосрочной перспективе создает благоприятное социальное окружение и, следовательно, устойчивые доходы. Социально ответственное поведение – это возможность для корпорации реализовать свои основные потребности в выживании, безопасности и устойчивости [4].

Приведенные примеры оставляют приоритет КСО за западными странами, однако авторы с этим не могут согласиться, и вот почему. Начнем с исторического экскурса на примере Ижевского оружейного завода. В 1800 г. императором Павлом «повелено было завести на Каме оружейный завод». Решение всех вопросов относительно оружейного завода было поручено А. Ф. Дерябину – способному и энергичному горному инженеру, хорошо знавшему состояние русской металлургии. Андрей Федорович Дерябин обер-берггауптман IV класса (горный чин, соответствующий генерал-майору), кавалер ордена св. Анны I степени имел огромную известность благодаря своим техническим и теоретическим познаниям. После непродолжительных поисков А. Дерябин остановился на Ижевском железоделательном заводе. Такое решение он обосновал тем, что в районе Ижевского завода имеется достаточное количество воды для машин, достаточное количество лесов для строения и для топлива, возможность получения самых лучших металлов для оружия, без дальнейшей их перевозки, обширные площади для населения людей и довольно плодородная земля.

В 1807 г. началось строительство Ижевского оружейного завода. Для организации управления заводом 10 июня 1807 г. была открыта оружейная контора во главе с начальником завода. Открытием Оружейной конторы было положено начало новому заводу, давшему мощный стимул развитию величественного «города Ижа», как нарек его А. Ф. Дерябин, по праву считающийся основателем города. На Ижевский завод, пока он был железоделательным, предлагалось дать 750 «непременных работников», причем только конных. А Дерябин решил зачислить русских и удмуртских крестьян, проживающих в окрестно-

стях завода. Дальние селения освобождались от завода, но они обязаны были снабдить «непременных работников» телегами, лошадьми и сбруей.

Наряду с совершенствованием производства внесли свой вклад в развитие Ижевского завода строители. С 1811 по 1816 г. было сооружено 10 каменных фабрик и несколько деревянных построек. Заложен главный корпус с заводской башней.

Архитектор С. Дудин составил план и смету постройки помещения кирпичной фабрики, разработал проект застройки заводской площади новыми каменными зданиями. Позднее он же разработал генеральный план переустройства завода. Самым замечательным сооружением явился 4-этажный корпус для размещения машин и выполнения различных работ. Начатый в 1811 г. он был достроен в 1821 г.

Ижевский оружейный завод по праву считается градообразующим предприятием, без развития его инфраструктуры не было бы полноценного города. Несмотря на то что Ижевский оружейный завод был основан еще в 1807 г., анализ архивных документов показал, что для данного предприятия были присущи черты социальной ответственности с момента его основания, что и послужило толчком для образования города.

Проявление социальной ответственности для Ижевского завода того времени было весьма характерно. Об этом свидетельствует развитая социальная инфраструктура завода, которая включала в себя: школы для детей работников, магазины и церкви. В записке полковника Бакунина указывается, что при заводе имелся госпиталь, в котором трудились два доктора, обеспечивающие медицинское обслуживание рабочим и их семьям. Расходы на лечение полностью брал на себя завод, о чем свидетельствуют сведения заводской бухгалтерии в правлении Ижевского оружейного завода о суммах, отпущенных на лечение в заводском госпитале оружейников, их детей и семей на 1845–1849 гг. Это один из видов социальной ответственности, который заключается в заботе о своих работниках и их семьях.

В то время женщины, как правило, не работали, а обеспечивали семью мужчины. Женщины занимались домашним хозяйством. От заработка мужчины зависело благосостояние всей семьи, поэтому мужчинам приходилось много работать. Не имея возможности (в силу увечья или плохого здоровья) работать на заводе, мужчины могли найти более легкие виды деятельности, например, в госпитале или в магазине. То есть руководство завода проявляло заботу о своих подчиненных.

В случае смерти мужчины в семье его жена имела возможность подать прошение на получение пожизненной пенсии умершего мужа за счет завода.

Также при заводе имелись магазины: продовольственный и «металлический». Они были построены, во-первых, для продажи продукции завода, а во-вторых, для обеспечения работников необходимыми продуктами питания. Цены в магазине отслеживались и контролировались, чтобы рабочие имели возможность купить продукты по приемлемой цене. Для обеспечения работников хлебом имелось 2 мельницы.

При заводе имелись школы. В отчете Ижевского оружейного завода о состоянии обучения детей мастеровых и чиновников завода сказано: «При Ижевском Заводе две собственно заводские школы и три сельских. Обе заводских школы расположены в каменном одноэтажном хорошем доме, разделенном на две половины, из которых в одной помещена школа, где учатся дети чиновников, а в другой дети мастеровых». Учителями были местные священники, которые обучали грамматике, географии и слову Божию, но впоследствии по ходатайству полковника Бакунина в Ижевск приехали и учителя из Петербурга.

Каждые 4–5 лет было решено отправлять 2 лучших учеников в Петербург для обучения: «Для общей массы, по моему мнению… бы было полезно учредить для способнейших верхний класс, где бы их учили грамматике, всей арифметике и правилам заводского счетоводства; из этого класса поступали бы ученики в писари или другие заводские малые должности, и те которые отличные в чертежную к Архитектору, где бы учились еще рисованию и снимать с натуры планы строений и машин. В каждые 4 или 5 лет, одного или двух из лучших учеников полезно бы было отправлять в Петербург в техническую школу, чтобы их поощрить к учению и чтобы в помощниках заводскому механику недостатка не было».

Уехав и получив образование в Питере, все ученики возвращались на завод, потому что им гарантировано было получение работы и места жительства. Кроме того, получив новые знания, они передавали их своим ученикам, тем самым развивая производство и повышая производительность. Таким образом, происходил и обмен знаниями и культурой с людьми из других городов.

Кроме того, постоянно проводились инспекторские осмотры социальной сферы завода, которые имели своей целью выявить, как уровень жизни рабочих, так и их потребности.

Ни в каких источниках и ни в какой другой стране того времени такого проявления социальной ответственности со стороны крупного

бизнеса авторы не встречали. Наоборот, массовые забастовки и стачки с требованием улучшения условий труда и повышения его оплаты захлестывали на протяжении всего периода промышленной революции страны Америки и Европы, а также их колонии, где условия эксплуатации были еще более тяжелыми.

Еще более значительные достижения в сфере социальной ответственности проявились в советской экономике, где широкое распространение получили планы социально-экономического развития различного уровня от страны, субъекта, города, района до конкретного предприятия. Планы социально-экономического развития предприятия в СССР различались по структуре и содержанию, но в обязательном порядке в них были «следующие основные разделы:

1. Совершенствование социальной и профессионально-квалификационной структуры трудового коллектива;

2. Совершенствование условий труда, сокращение профзаболеваний и производственного травматизма;

3. Повышение жизненного уровня трудящихся;

4. Совершенствование социальных отношений в коллективе;

5. Повышение социальной активности и развитие творчества трудящихся» [5].

Ценность реализации таких планов состояла в том, что они строились на определенных принципах, среди которых был, в частности такой: «…процессы взаимодействия человека с производственной организацией, городом или районом (а следовательно, и со всем обществом) не должны протекать спонтанно, случайно, стихийно, а должны быть выражением сознательной деятельности, участием членов трудовых коллективов в управлении этими процессами».

При разработке разделов планов социально-экономического развития центральное место занимали проблемы улучшения условий труда для всех работающих, развития социальной инфраструктуры и обеспечения условий для здорового быта, отдыха не только для работников, но и их семей. Следовательно, мероприятия затрагивали широкие слои общества, а не только коллектив. «В область социального планирования включается эффективное использование свободного времени членами трудового коллектива, развитие каждого работника как личности, создание нормального морально-психологического климата на всех участках производства, осуществление коммунистического воспитания и духовного прогресса в трудовом коллективе, формирование здорового образа жизни» [6].

В планах социально-экономического развития предприятий в обязательном порядке учитывалось обеспечение работников трудового

коллектива объектами социальной инфраструктуры: жильем, детскими садами, оздоровительными лагерями, санаториями и больницами... Примером может служить город Ижевск, в котором крупные промышленные гиганты отстраивали и содержали развитую инфраструктуру социальных объектов, которой пользовались не только работники и члены их семей, но все горожане. За эти социальные блага жители города терпимо относились к загрязнению окружающей среды, производственному шуму, т. к. понимали, что все это компенсируется уровнем развития инфраструктуры города. Огромное число исследователей-ученых посвятили свои научные труды социальным факторам производства, социальным стратегиям, доказывая огромную эффективность их внедрения на производстве задолго до того, когда на западе обратили на это внимание [7].

В отчетах советского периода находим цифры, по которым ясно, что в среднем в фонд социального развития предприятия направляли около 15 % всей прибыли предприятия. Это огромные затраты, которые значительно превышают затраты на КСО современными западными компаниями.

Таким образом, пальма первенства по КСО (хотя у нас это явление называлось по-другому) принадлежит российскому предпринимательству, а не западному! Точно так же, как и незаслуженно приписываемое изобретение радио в пользу итальянца Г. Маркони, а не русского инженера А. Попова, или демонстрация первого в мире киносеанса русским инженером И. Тимченко в 1893 г., а не братьями Л. и О. Люмьерами в 1895 г. Идет процесс замещения всего русского и российского западными достижениями – опасная тенденция, не правда ли?!

Список литературы

1. *Волгин, Н. А.* Социальная корпоративная политика: проблемы, опыт, перспективы: учеб. пособие / Н. А. Волгин, В. К. Егорова. – М., 2002. – 320 с. – С. 152.

2. *Тульчинский, Г. Л.* Корпоративная социальная ответственность: технологии и оценка эффективности : учеб. и практикум для академ. бакалавриата. – М. : Юрайт, 2016. – 338 с. С. 16.

3. Корпоративная социальная ответственность : учеб. для бакалавров / под ред. Э. М. Короткова. – М. : Юрайт, 2012. – С. 53.

4. *Лукашевич, А. В.* Управление современной организацией в условиях повышения социальной ответственности бизнеса (на примере полиграфической деятельности) : дис. … канд. экон наук. – М., 2010. – С. 42–45.

5. *Жуков, В. И.* Россия в глобальном мире: философия и социология преобразований : в 3 т. – 2-е изд, перераб. и доп. – Т. 1. Россия на рубеже тысячеле-

тий: социология экономики и политики (1985– 2005). – М. : Изд-во РГСУ, 2007. – С. 295).

6. *Душкевич, О. Г.* Социальная политика и социология. – М., 2009. – С. 407–408.

7. *Захаров, Н. Л.* Управление социальным развитием организации / Н. Л. Захаров, А. Л. Кузнецов. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 256 с.

И. В. Матвеева, старший преподаватель
кафедры «Экономика и финансы»
Е. Б. Хоменко, доктор экономический наук, доцент,
профессор кафедры «Экономика и финансы»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. (3412) 77-60-55, e-mail: inna.matweewa@gmail.com

Сценарии развития информационно-аналитической поддержки малых предприятий

В статье рассмотрены сценарии интеграции информационно-аналитических инструментов малых предприятий в рамках их инфраструктурной поддержки. Авторами выделены и описаны две группы сценариев интеграции информационно-аналитических инструментов малых предприятий и сформулированы критерии для их идентификации.

Ключевые слова: малое предприятие; сценарии интеграции; информационно-аналитические инструменты поддержки; инфраструктура поддержки малого предпринимательства.

Для успешной реализации информационно-аналитической поддержки малого предпринимательства необходимо проведение мониторинга ее результатов. Согласно разработанным авторами механизму интеграции информационно-аналитических инструментов (консалтинг, обучение, проектная экспертиза и событийный мониторинг) [1] и методике оценки их результативности [2] были определены две группы сценариев развития информационно-аналитической поддержки:

1) сценарии равномерной интеграции информационно-аналитических инструментов;

2) сценарии неравномерной интеграции информационно-аналитических инструментов.

Равномерность или неравномерность интеграции информационно-аналитических инструментов определяется разницей в показателях

© Матвеева И. В., Хоменко Е. Б., 2019

результативности применения данных инструментов (максимальным и минимальным значением показателей). Если разница в значениях показателей результативности информационно-аналитических инструментов является небольшой (до 0,25), то в таких случаях можно говорить о сценариях равномерной интеграции инструментов и, соответственно, бизнес-инкубатор равно результативно реализует информационно-аналитическую поддержку.

В рамках сценариев интеграции информационно-аналитических инструментов можно выделить множество частных сценариев интеграции, некоторые из которых представлены в таблице.

Частными случаями сценариев равномерной интеграции информационно-аналитических инструментов являются:

1. Высоко сбалансированный сценарий (графическая интерпретация данного сценария обозначена черным цветом под цифрой 1.1 п. 1.1 таблицы).

При таком сценарии интеграции можно говорить, что малые предприятия получают комплексную информационно-аналитическую поддержку, а институт поддержки грамотно ее реализует. Данный сценарий является приоритетным при реализации информационно-аналитической поддержки малым предприятиям.

2. Средне сбалансированный сценарий (графическая интерпретация данного сценария обозначена синим цветом под цифрой 1.2 п. 1.2 таблицы).

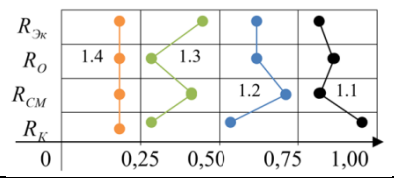
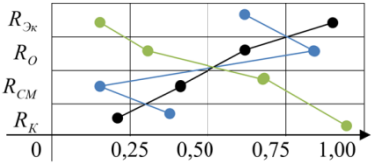
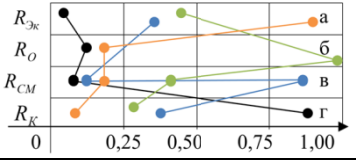
При данном сценарии малые предприятия получают достаточную, но не комплексную информационно-аналитическую поддержку. Для более качественного оказания поддержки необходимо проанализировать каждый из информационно-аналитических инструментов, определить их показатели результативности и предложить меры для повышения результативности.

3. Слабо сбалансированный сценарий (графическая интерпретация данного сценария обозначена зеленым цветом под цифрой 1.3 п. 1.3 таблицы).

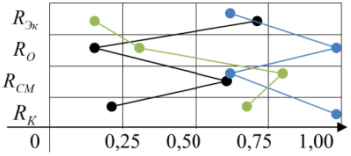
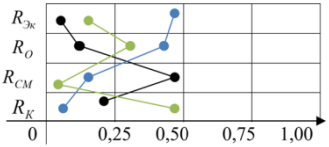
Информационно-аналитическая поддержка при данном сценарии реализуется не в полном объеме, следовательно, для институтов поддержки возникает угроза потери действующих резидентов.

4. Низко сбалансированный сценарий (графическая интерпретация данного сценария обозначена оранжевым цветом под цифрой 1.4 п. 1.4 таблицы).

Примеры сценариев интеграции информационно-аналитических инструментов инфраструктурной поддержки малых предприятий

Сценарий	Характеристика	Графическая интерпретация
1. Сценарии равномерной интеграции информационно-аналитических инструментов ($\Delta R_i^{max-min} \le 0{,}25$)		
1.1. Высоко сбалансированный	R_i = [0,75; 1,00]	
1.2. Средне сбалансированный	R_i = [0,50; 0,75]	
1.3. Слабо сбалансированный	R_i = [0,25; 0,50]	
1.4. Низко сбалансированный	R_i = [0,00; 0,25]	
2. Сценарии неравномерной интеграции информационно-аналитических инструментов ($\Delta R_i^{max-min} > 0{,}25$)		
2.1. Дифференцированный	R_i = [0,00; 1,00], при R_1 = [0,00; 0,25], R_2 = (0,25; 0,50], R_3 = (0,50; 0,75], R_4 = (0,75; 1,00]	
2.2. Узко специализированный: а) экспертно направленный; б) направленный на обучение; в) информативно направленный; г) консультационно направленный	R_1 = [0,75; 1,00], при $R_{2,3,4}$ = [0,00; 0,50]	

Окончание таблицы

Сценарий	Характеристика	Графическая интерпретация
2.3. Широко специализированный	$R_{1,2,(3),(4)} = (0{,}50;\ 1{,}00]$, при $R_{(3),(4)} = [0{,}00;\ 0{,}50]$	
2.4. Слабо специализированный	$R_{1,2,3,4} = [0{,}00;\ 0{,}50]$	

Источник: составлена автором.

Реализация такого сценария может привести к полному отказу малых предприятий от взаимодействия с данным институтом поддержки, поэтому ему следует провести анализ практики оказания информационно-аналитической поддержки и разработать меры по улучшению ее реализации.

Среди сценариев неравномерной интеграции информационно-аналитических инструментов можно выделить:

1. Дифференцированный сценарий характеризуется показателями результативности информационно-аналитических инструментов от 0 до 1, при условии R_1= [0,00; 0,25], R_2 = (0,25; 0,50], R_3 = (0,50; 0,75] и R_4 = (0,75; 1,00]. В процессе реализации такого сценария однозначно нельзя определить, насколько комплексно оказывается информационно-аналитическая поддержка, т. к. степень важности для всех инструментов разная. Графическая интерпретация различных вариантов реализации данного сценария представлена в п. 2.1 таблицы.

Если показатели результативности проектной экспертизы и обучения достаточно высокие ($R_{Эк,О}$ = (0,50; 1,00]), а показатели результативности событийного мониторинга и консалтинга ниже среднего ($R_{С.М,К}$ = (0,0; 0,50],) (сценарии черного и синего цветов), то можно говорить, что малые предприятия получают достаточно качественную информационно-аналитическую поддержку, т. к. степень важности проектной экспертизы и обучения выше, чем у событийного мониторинга и консалтинга. Если, наоборот, показатели результативности консалтинга и событийного мониторинга достаточно высокие ($R_К$ = = (0,75; 1,00], $R_{С.М}$ = (0,50; 1,75]), а показатели результативности обучения и проектной экспертизы ниже среднего ($R_О$ = (0,25; 0,50], $R_{Эк}$ = = (0,00; 0,25]) (сценарий интеграции зеленого цвета), то можно сказать, что информационно-аналитическая поддержка реализуется слабо, т. к. консалтинг и событийный мониторинг менее значимы, чем обучение и проектная экспертиза.

2. Узко специализированный сценарий характерен для случаев оказания информационно-аналитической поддержки, когда институт поддержки специализируется на реализации определенного информационно-аналитического инструмента, т. е. реализуются не все информационно-аналитические инструменты, а упор делается на один из них. Результативность информационно-аналитических инструментов определяется выражением: R_1= [0,75; 1,00], при $R_{2,3,4}$ = [0,00; 0,50]. Например, институт поддержки оказывает консультации малым предпри-

ятиям, но не проводит обучающих мероприятий и проектных экспертиз.

Узко специализированный сценарий интеграции может быть реализован в виде различных частных подсценариев (графическая интерпретация представлена в таблице, п. 2.3). Например, можно выделить 4 подсценария интеграции, когда упор делается на один из информационно-аналитических инструментов, при слабой реализации остальных:

– экспертно направленный: в рамках информационно-аналитической поддержки малых предприятий главным образом реализуется инструмент «проектная экспертиза» (сценарий оранжевого цвета);

– направленный на обучение: в рамках информационно-аналитической поддержки реализуется инструмент «обучение», т. е. институт поддержки проводит различные обучающие курсы и т. д. (сценарий зеленого цвета);

– информативно направленный: в рамках информационно-аналитической поддержки малых предприятий главным образом реализуется инструмент «событийный мониторинг», т. е. выполняется информационная функция (сценарий синего цвета);

– консультационно направленный: преимущественно реализуется консалтинг в рамках информационно-аналитической поддержки малых предприятий (сценарий черного цвета).

3. Широко специализированный сценарий интеграции характерен для случаев, когда два и более информационно-аналитических инструмента реализуется с высокой результативностью. В этом случае показатели результативности информационно-аналитический инструментов определяются $R_{1,2,(3),(4)} = (0{,}50;\ 1{,}00]$, при $R_{(3),(4)} = [0{,}00;\ 0{,}50]$. Например, как показано в таблице для п. 2.3, синим цветом выделен случай, когда институт поддержки специализируется на всех информационно-аналитических инструментах, но наиболее результативными являются обучение и консалтинг. Сценарий, выделенный черным цветом, характерен для тех институтов поддержки, которые, специализируются на проектной экспертизе и событийном мониторинге. Сценарий, обозначенный зеленым цветом, показывает, что преимущественно реализуются инструменты событийный мониторинг и консалтинг.

4. Слабо специализированный сценарий характеризуется показателями результативности информационно-аналитических инструментов: $R_{1,2,3,4} = [0{,}00;\ 0{,}50]$. При таком сценарии институт поддержки может специализироваться на одном или нескольких инструментах, но результативность их реализации невысокая. Например, сценарий синего цвета актуален для институтов, специализирующихся на проектной

экспертизе и обучении, но результативность данных инструментов ниже среднего. Сценарии черного и зеленого цветов характерны для институтов, специализирующихся на событийном мониторинге и консалтинге соответственно, но реализация данных инструментов также невысока.

Расчет показателей результативности был зарегистрирован в федеральной службе по интеллектуальной собственности в виде программы для ЭВМ «Программа оценки результативности информационно-аналитической поддержки малых предприятий» [3].

Для более успешной реализации информационно-аналитической поддержки малых предприятий необходим постоянный мониторинг реализации всех информационно-аналитических инструментов с своевременными корректировками сценария реализации поддержки, при этом должны учитываться ресурсные возможности института поддержки.

Список литературы

1. *Матвеева, И. В*. Разработка механизма интеграции информационно-аналитических инструментов инфраструктурной поддержки малых предприятий в процесс бизнес-инкубирования // Вестник ИжГТУ им. М. Т. Калашникова. – 2018. – Т. 20. № 2. – С. 83–89.

2. *Матвеева, И. В*. Разработка методики оценки результативности интеграции информационно-аналитических инструментов инфраструктурной поддержки малых предприятий в процесс бизнес-инкубирования / И. В.Матвеева, Е. Б. Хоменко, С. В. Смирнов // Вестник ИжГТУ им. М. Т. Калашникова. – 2018. – Т. 21. № 3. – С. 59–66.

3. Свид. 2019610853 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Программа оценки результативности информационно-аналитической поддержки малых предприятий / И. В. Матвеева, Е. Б. Хоменко; правообладатель ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» ; №2019610853; заявл. 25.12.2018; опубл. 18.01.2019, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.

Ярослав Линдр, PhD, старший ассистент, RNDr. Mg. Ing.
Строительный факультет, кафедра социальных наук
Высшее техническое учебное заведение в г. Брно, Чешская Республика
Тел. (42054) 114-76-93, e-mail: lindr.j@fce.vutbr.cz

Взаимоотношение вклада и качества преподавания социальных наук в техническом университете

Профиль выпускников технических университетов говорит о всесторонней культивации студентов. Согласно этому, в докладе рассматривается значение преподавания социальных наук во ВТУЗе в городе Брно и защищается важность всестороннего развития студентов. В практической части приводится эмпирическое исследование о восприятии качества преподавания выбранных социальных курсов «Этика в бизнесе» для студентов. Раскрывается качество преподавания при помощи таких критериев, как, например: полезность для будущей работы, полезность для личного развития, современность и др. Критерии далее статистически обработаны. Студенты положительно оценили интеллектуальное обогащение и полезность курсов для будущей работы. Важную роль играет личность преподавателя и его влияние на ход учебного процесса. Но, с другой стороны, студенты указали на несовременность и недостаток коммуникации на курсах. Социальные науки воспитывают «мягкие навыки» (soft skills) и ключевые компетенции, помогают всестороннему развитию личности студентов.

Ключевые слова: социальные науки; универсальность и специальность; всестороннее развитие студентов; гуманизация академической среды; вклад курсов; критерии качества образования; статистическая обработка.

Защита социальных наук в техническом университете – введение в тему

В настоящее время требуется высокий уровень образования выпускников. Обращая внимание на концепцию образования для конкурентоспособности, в преподавании предпочитается только специальность. Это создает давление на профессиональность и на успешную интеграцию выпускников в практику.

В то время, как, с одной стороны, требуется специализация, с другой стороны, необходимо заниматься «мягкими навыками» (*soft skills*) и развивать всесторонность, что, в конце концов, позволяет выпускникам лучше войти в рабочую среду. Полезно иметь знания в различных областях, а не только по специальности.

© Линдр Ярослав, 2019

Баланс между общими и профессиональными курсами является трансдисциплинарной проблемой. В технических университетах происходит включение социальных наук в учебные планы, что способствует культивации выпускников и помогает гуманизировать академическую среду. Нам предстоит много задач, чтобы понять, каким образом решать эти проблемы.

Давайте попробуем найти ответы на вопросы о том, что студенты в преподавании социальных наук считают благоприятным, как воспринимают важность социальных наук, как оценивают качество преподавания, в чем видят сильные и слабые стороны преподавания на основе желаний студентов. Кроме того, мы находим критерии качества преподавания, связанные с вкладом. Обсуждение критериев полезно для размышления о преподавательских опытах. Считается полезным заглянуть в будущее, чтобы повысить качество, эффективность преподавания и модернизировать образование.

Теоретические взгдяды на значение всестороннего образования

Прежде чем определим критерии качества преподавания, надо кратко коснуться дихотомии «общего и специального» в области образования. Речь идет, с одной стороны, о связи между однонаправленной специальностью, ведущей к узкому профессиональному профилированию, с другой стороны, между необходимостью такого же образования, развивающего все ключевые компетенции. Современный человек характеризирован критическим мышлением, гибкой обработкой фактов и способностью решать проблемы комплексно.

Начнем с более широкой перспективы. Школа является «обучающейся организацией». Ожидается, что школы должны сами взять на себя ответственность за свои результаты, причем должны стать школами «дающими отчет о своей работе» [3]. Это значит, что школы должны принять новое структурирование фактов (*knowing what* – зная, что) и должны понять, как обрабатывать много информации и пользоваться ею (*knowing how* – зная, как).

Это связано с необходимостью инноваций в образовании. Rydl (2003) описывает концепцию так называемой «хорошей школы», как школы вводящей новшества. Характеристики «хорошей школы» включают новые цели, изменения в содержании общего образования, новые методы преподавания, ориентируясь на интересы студентов и др. [5]. Но школа часто не имеет достоверных данных об успехе или неудаче своей деятельности, поэтому может снижаться уровень преподавания. Таким образом, оценка может быть понята как *«…систематическое исследование, намеренное к определению ценно-*

сти или преимущества программы, мер или приёма тщательным процессом на основе соответствующих методов, критериев и стандартов» [2].

Образование в школе должно отражать современные потребности, как напоминает Manak&Janik&Svec (2008). *«Надо быть в школе заодно с развитием научных знаний, именно расширением требований новых знаний в соответствии с наукой, производством, современными технологиями и с изменением образа жизни людей»* [1]. В техническом университете это означае необходимость следить за развитием технического прогресса и включить его в преподавание.

Poschl (2011) смотрит на оценку качества преподавания как на цепь взаимности «школа – я – образование». Poschl для оценки качества предлагает такие критерии преподавания, как, например: «полезное – бесполезное, медленное – быстрое, слабое – сильное, старое – новое, дальнее – близкое и др.» [4]. Развитие образования рассматривается как образование с большим акцентом на качество и универсальность.

Как сами студенты оценивают качество преподавания конкретной социальной науки?

Рассмотрим конкретную тему. На строительном факультете во ВТУЗе в городе Брно в программе магистратуры находятся обязательные факультативные курсы «*Этика в бизнесе»*. Эти курсы были выбраны для анализа. Исследование проводилось с помощью анонимного опроса обратной связи в 2017–2018 гг. Анкету заполнило $н = 66$ студентов в возрасте от 23 до 25 лет. Произведено квантитативным методом исследования.

Давайте перейдем к более детальным результатам. Целью исследования являлось провести обратную связь оценки качества преподавания и выяснить, какие критерии качества влияют на общий вклад для студентов с их точки зрения. Студенты в анонимном опросе по шкале от 1 до 7 семантического дифференциала прокомментировали и оценили критерии качества преродавания. Примеры критериев:

1 = полезность для моего личного развития – 7 = бесполезность для моего личного развития;

1 = полезность для будущей работы – 7 = бесполезность для будущей работы;

1 = интеллектуально обогащающий – 7 = интеллектуально необогащающий и др.

В таблице приведен перечень выбранных критериев, влияющих на вклад курсов. Оценку представляет арифметическое среднее число $м$. Далее рассчитывается разность средних величин $|м_1 – м_2|$, $т$-тест зави-

симых переменных (*п*-значение) в паре «вклад – критерий» тоже рассчитываи коэффициент дельного эффекта Коэна *д* и коэффициент корреляции *р*.

Избранные критерии качества преподавания социальных наук (строительный факультет, ВТУЗ в г. Брно, Чешская Республика)

Критерий		Разность средних величин $\lvert м_1 - м_2 \rvert$	*п*-значение	Коэффициент дельного эффекта Коэна *д*	Коэффициент корреляции *р*
название	арифметическое среднее $м_2$				
Вклад курсов $м_1 = 2{,}409$					
Современность	2,682	0,272	0,314	0,219	0,527
Интеллектуальное обогащение	2,273	0,136	0,418	0,176	0,849
Полезность для моего личного развития	2,000	0,409	0,016	0,557	0,834
Полезность для будущей работы	2,363	0,045	0,833	0,045	0,703
Курсы «меня увлекают»	2,636	0,227	0,285	0,234	0,740
Личность и влияние преподавателя	2,818	0,409	0,289	0,236	0,229
Ведет к коммуникативности	2,500	0,009	0,800	0,005	0,184

Число отвечающих: $н = 66$.

Из результатов вытекает, что вклад курсов студенты видят немного выше среднего ($м = 2{,}409$). На основании арифметического среднего числа, из критериев очевидно, что студенты больше всего ценят, когда преподавание:

– интеллектуально обогощающее ($м = 2{,}273$),
– полезное для личного развития ($м = 2{,}000$),
– полезное для будущей работы ($м = 2{,}363$).

Студенты воспринимают менее благоприятно, когда преподавание:

– не является современным ($м = 2{,}682$),
– «не увлекает» ($м = 2{,}636$),
– преподаватель менее позитивно влияет на студентов ($м = 2{,}818$),
– не ведет к большей коммуникативности ($м = 2{,}500$).

Близкие арифметические средние числа ($\lvert м_1 - м_2 \rvert \leq 0{,}300$, обычно большое *п*-значение, малый коэффициент дельного эффекта Коэна $д < 0{,}5$) получаются, например, у этих пар критериев:

– вклад – интеллектуальное обогащение ($|м_1 - м_2| = 0{,}136$; $п = 0{,}418$; $д = 0{,}176$),

– вклад – полезность для будущей работы ($|м_1 - м_2| = 0{,}045$; $п = 0{,}833$; $д = 0{,}045$),

– вклад – курсы «меня увлекают» ($|м_1 - м_2| = 0{,}227$; $п = 0{,}285$; $д = 0{,}234$),

– вклад – ведет к коммуникативности ($|м_1 - м_2| = 0{,}009$; $п = 0{,}800$; $д = 0{,}005$).

Мы одобряем все гипотезы о соответствии средних значений ($п$-значение) в паре «вклад – критерий» кроме «вклад – полезность» для моего личного развития.

По размеру коэффициента корреляции $р$ мы можем следующим образом измерить взаимосвязь между вкладом и критерием:

– пары критериев с тесной связью (коэффициент корреляции $р > 0{,}600$), к которым принадлежит, например: вклад – интеллектуальное обогащение ($р = 0{,}849$), вклад – полезность для будущей работы ($р = 0{,}703$), вклад – курсы «меня увлекают» ($р = 0{,}740$), вклад – полезность для моего личного развтитя ($р = 0{,}834$) и др.

– пары критериев с малой связью (коэффициент корреляции $р < 0{,}300$), к которым принадлежит «вклад – ведет к коммуникативности» ($р = 0{,}184$), «вклад – личность и влияние преродавателя» ($р = 0{,}229$).

Следует, что улучшение, особенно критериев с тесной связью с вкладом, может улучшить общее восприятия качества преподавания. Студенты будут приветствовать преподавание, если оно будет интересным, интеллектуально обогащающим, полезным для будущей работы, увлекательным и положительно влияющим на студента.

Окончательные выводы из исследования

Студенты позитивно воспринимают преподавание курсов «*Этика в бизнесе*». Особенно ценят интеллектуальное обогащение и полезность для личного развития. Большую роль играет также полезность для будущей работы. В целом многие студенты выразили удовлетворение наличием социальных наук в академическом плане в техническом университете, положительно воспринимая связь социальных наук со специализацией.

Причин может быть больше. Социальные науки в академическом плане в техническом университете несут только дополнительную роль. Часто на курсах социальных наук развиваются те навыки, которые не развиваются на профессиональных курсах, например: социальные и коммуникативные навыки, развитие критического мышления и др.

Студенты хотят больше современного преподавания, особенно новейшие дидактические технологии. Особую роль играет привлекательность преподавания (преподавание меня «увлекает»), что может быть признано, как намек улучшения интереса даже у тех студентов, которые преподавание социальных наук считают негативным, и в итоге – не имеющим вклада.

В заключение можем отметить, что вклад преподавания социальных наук воспринят выше среднего. Это, в первую очередь, связано с развитием «мягких навыков» (*soft skills*), которые в настоящее время оказывают важное влияние на успешную интеграцию выпускников в практику. Всестороннее образование представляет опорную концепцию развития образования. Это соответствует главной цели высшего образования – качественному образованию будущих выпускников.

Список литературы

1. Kurikulum v soucasne skole / Josef Manak [et al.]. – Brno : Paido, 2008. – 128 c.

2. *Michek, Stanislav*. Mozne vyzkumne strategie pri hledani vazeb mezi autoevaluaci a kolegialni evaluaci skol. In Viktor Fuglik // Kvalita vzdelavani v reflexi pedagogickych teorii a vyzkumu. – Praha : Pierot, 2009. – C. 1–11.

3. *Pol, Milan*. Skola v promenach. – Brno : MU, 2009. – 194 c.

4. *Poschl, Radko*. Postoje zaku ke skole. – Praha : NUOV, 2011. – 48 c. – URL: http://www.nuov.cz/uploads/AE/evaluacni_nastroje/25_Postoje_zaku_ke_skole.pdf

5. *Rydl, Karel*. Inovace skolskych systemu. – Praha : ISV, 2003. – C. 281.

Э. Н. Марчини, кандидат философских наук,
доцент кафедры «Философия и социология»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
E-mail: elina_kompaniec@mail.ru

Лингвистическая безопасность в современной России

В статье рассматривается вопрос о лингвистической безопасности как составной части национальной безопасности Российской Федерации и в соотнесенности со сферой образования. В центре внимания – правовой статус русского языка как государственного в современной России.

Ключевые слова: лингвистическая безопасность; национальная безопасность; языковая политика; государственный язык; национальный суверенитет; русский язык.

© Марчини Э. Н., 2019

...И мы сохраним тебя, русская речь,
Великое русское слово.
А. А. Ахматова

В последние годы в условиях обострившейся геополитической ситуации имеет место серьезное противоречие между активно развивающимися процессами глобализации и стремлением ряда стран, в том числе Российской Федерации, к отстаиванию национального суверенитета. Не будем касаться положительных черт глобализации: они вполне известны, но остановимся на их противоположности. Глобализация как основа современного миропорядка несет в себе определенные угрозы, обусловленные по преимуществу ее политическим аспектом, исходящим из парадигмы однополярного мира. Теории однополярного мира 1980–90-х гг. сводились к утверждению о движении к единому миропорядку в процессе имплантации западных ценностей в жизнь мирового сообщества под руководством США. Эти теории обернулись реальностью после распада СССР, когда закончилась эпоха двуполярного противостояния. Однополярный мир угрожает национальному суверенитету тех стран, которые не считают *Pax Americana* справедливым мироустройством, что обостряет проблему национальной безопасности.

В РФ был разработан и принят 5 марта 1992 г. закон РФ № 2446 «О безопасности», в котором под безопасностью понималось «состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз» [1]. Примечательно, что в данном законе отсутствовало понятие национальной безопасности ввиду неразработанности научно обоснованной концепции национальной безопасности, т. к. РФ как новое государственное образование имело короткую к тому моменту историю, и не было осознания своих национальных интересов в угоду общечеловеческих ценностей в связи с ориентацией в 90-е годы на «цивилизованный» Запад.[1]

[1] Весомым подтверждением тому – конфуз с А. Козыревым, министром иностранных дел РФ с 1990 по 1996 г., о котором пишет в своих мемуарах Е. Примаков. На вопрос бывшего президента США Ричарда Никсона о том, какие у РФ национальные интересы, Козырев ответил, что общечеловеческие ценности, дабы исправить ошибку СССР, который заклинился на своих национальных интересах. Однако далее глава МИД РФ привел в замешательство Никсона предложением подсказать, какие могут быть у РФ национальные интересы. Даже по американским меркам такое, мягко говоря, странное предложение было проявлением запредельной угодливости. См.: Как предавали Россию. Козырев. Ч. 3. // Русская планета. Власть. URL: http://rusplt.ru/articles/vlast/vlast_1335.html 17.10.2017 (дата обращения: 16.02.2019).

10 января 2000 г. Указом Президента РФ была утверждена концепция национальной безопасности РФ № 24 «О Концепции национальной безопасности Российской Федерации», где в преамбуле отражено ее главное понятие: «Под национальной безопасностью Российской Федерации понимается безопасность ее многонационального народа как носителя суверенитета и единственного источника власти в Российской Федерации» [2]. В разделе I дан анализ международных отношений, сложившихся после эры биполярной конфронтации, в связи с которыми строится система национальной безопасности РФ, и указаны две взаимоисключающие тенденции. Первая проявляется в укреплении экономических и политических позиций большого числа государств и усилении тенденций к их интегрированию и сотрудничеству. Вторая – в создании структур международных отношений, основанных на доминировании в мировом сообществе стран Запада при лидерстве США. В разделе IV «Обеспечение национальной безопасности РФ» определены конкретные задачи государства в обеспечении национальной безопасности в сфере экономической, нормативно-правовой, духовной, экологической, внешнеполитической, военной, научной, информационной.

Национальная безопасность в духовной сфере включает «защиту культурного, духовно-нравственного наследия, исторических традиций и норм общественной жизни, сохранение культурного достояния всех народов России, формирование государственной политики в области духовного и нравственного воспитания населения...» [2], т. е. закреплена (в отличие от закона «О безопасности» (1992)) ориентация на культурно-исторические особенности России.

Одно из направлений национальной безопасности, относящееся к духовной сфере, – лингвистическая безопасность. Речь идет о языковой политике в РФ. Любое государство рассматривает языковую политику как часть государственной национальной политики. Это отражает отношение власти к языковому вопросу. Есть государственные символы – герб, флаг, гимн. К таковым относится и язык и его графическая основа. Языковой вопрос принимает особую остроту в полиэтнических странах, к числу которых относится РФ, при выборе государственного языка. Выбор государственного языка, его правовое положение, механизм его сохранения, развития и защиты составляет основу лингвистической безопасности.

В концепции выделена роль русского языка: «Духовное обновление общества невозможно без сохранения роли русского языка как фактора духовного единения народов многонациональной России и языка межгосударственного общения народов государств – участников Содруже-

ства Независимых Государств» [2]. Роль русского языка определена двояко: как язык духовного единения народов России и как язык межгосударственного общения в СНГ.

Первая роль русского языка ассоциируется с его государственным статусом в РФ, что закреплено в ряде нормативных актов до 2000 г. Это Конституция РФ, принятая 12 декабря 1993 г. (ст. 68), ФЗ РФ от 25 октября 1991 г. № 807-1 «О языках народов РФ» (ст. 3). Государственный язык, используемый гражданами повсеместно, призван служить консолидации населения страны, обеспечивать ее целостность. Русский язык в силу историко-культурных традиций играет важную роль в объединении, единении и культурном развитии народов РФ, что обеспечило ему статус государственного языка РФ. По проведенной в 2002 г. Всероссийской переписи населения русским языком владеет 98,2 % нашей страны [3].

Вторая, коммуникативная, роль русского языка ведет во времена СССР. В СССР русский язык не имел государственного статуса, а был языком межнационального общения, что закреплено в Программе КПСС (Третьей), принятой на XXII съезде КПСС в 1961 г.[2] [4]. По сути, такая роль русского языка явилась реализацией провозглашенного В. И. Лениным принципа баланса между русским и национальными языками в Советском государстве во избежание сепаратистских националистических движений с использованием языкового вопроса. Но на практике русский язык доминировал и имел высокие позиции как в СССР, так и странах социализма и социалистической ориентации. С 1938 г. русский язык стал обязательным для изучения во всех школах СССР. На первый план вышла его роль в образовательной сфере.

[2] В п. IV «Задачи партии в области национальных отношений» Второй части Программы КПСС говорится, в частности о содействии партии в формировании единой общечеловеческой культуры коммунистического общества на основе развития социалистического содержания культур народов СССР, в связи с чем важная роль признается за национальными языками. Партия призвана «обеспечивать и в дальнейшем свободное развитие языков народов СССР, полную свободу для каждого гражданина СССР говорить, воспитывать и обучать своих детей на любом языке, не допуская никаких привилегий, ограничений или принуждений в употреблении тех или иных языков. В условиях братской дружбы и взаимного доверия народов национальные языки развиваются на основе равноправия и взаимообогащения. Происходящий в жизни процесс добровольного изучения, наряду с родным языком, русского языка имеет положительное значение, т. к. это содействует взаимному обмену опытом и приобщению каждой нации и народности к культурным достижениям всех других народов СССР и к мировой культуре. Русский язык фактически стал общим языком межнационального общения и сотрудничества всех народов СССР» // Программа Коммунистической партии Советского Союза. URL: http://aleksandr-kommari.narod.ru/kpss_programma_1961.htm. (дата обращения: 15.02.2019).

Многие науки существовали только на русском языке. Для получения хорошего образования в СССР нужно было свободно говорить на русском языке. Во времена СССР в 36 странах были созданы десятки высших и иных учебных заведений, где шло образование на русском языке. Советское правительство осознавало роль русского языка как средства «мягкой силы», в связи с чем преподавание иностранцам в вузах СССР было исключительно на русском языке. К примеру, в настоящее время на Ближнем Востоке, в Северной Африке и арабском мире насчитывается 200 тыс. выпускников советских и частично российских вузов [5].

Но признание русского языка внутри страны как языка межнационального общения имеет оборотной стороной недооценку его самоценности как этнического языка, что способно сформировать заниженную оценку и самооценку народа, говорящего на русском языке. Крайнее выражение этой недооценки проявилось в дискриминации русского языка в ряде стран постсоветского пространства, особенно в странах Балтии, ибо коммуникативная роль русского языка воспринимается прозападными элитами извращенно: как проявление имперских амбиций СССР, а теперь и РФ.

В Концепции национальной безопасности задачи государства в духовной сфере формулируются исходя из определенных угроз национальной безопасности. В разделе III «Угрозы национальной безопасности Российской Федерации» к духовной сфере можно отнести следующую: «Усиливаются угрозы национальной безопасности Российской Федерации в информационной сфере. Серьезную опасность представляют собой стремление ряда стран к доминированию в мировом информационном пространстве, вытеснению России с внешнего и внутреннего информационного рынка; разработка рядом государств концепции информационных войн...» [2].

В самом деле, эта угроза имеет отношение к русскому языку и его графической основе – кириллице, поскольку не только на постсоветском пространстве очевидна тенденция вытеснения русского языка, но есть попытки и внутри РФ принизить статус русского языка как государственного в РФ, причем на законодательном уровне в субъектах РФ. Действия местной власти в языковом вопросе уходят в информационную среду для воздействия на целевую, готовую к лингвистической переориентации, аудиторию и общественное сознание в целом. Вытеснение русского языка в постсоветское время обусловлено политикой интеграции с Западом, по сути, политикой вестернизации своего национального пространства, что сопровождается уве-

личением роли, доли, отдельных элементов языка англо-саксонского мира.[3]

В 1999 г. был принят закон Республики Татарстан «О восстановлении татарского алфавита на основе латинской графики»[4]. Эту работу планировали завершить к 2012 г. В 1999 г. государственного регулирования в отношении графической основы государственных языков в РФ еще не существовало. Данный закон Татарстана провоцировал «языковой и духовный сепаратизм», подрывал единство народов РФ, ориентируясь на западную латиницу, в связи с чем разразилась дискуссия [6]. Правовой основой для принятого закона о латинице явился довольно удобный для этого закон РФ от 25 октября 1991 г. № 807-1 «О языках народов РФ» (ст. 3).[5]

После лингвистического своеволия Татарстана в 2002 г. были внесены изменения в ст. 3 «Закона о языках народов РФ», касающиеся государственного регулирования вопроса о графической основе государственных языков РФ и ее субъектов. Появился пункт 6 ст. 3: «В Российской Федерации алфавиты государственного языка Российской Федерации и государственных языков республик строятся на графической основе кириллицы. Иные графические основы алфавитов

[3] Внедрение латиницы и английского языка, в частности в образовании, взамен кириллицы и русского языка характерно для Азербайджана, Молдовы, Казахстана. Есть тенденции тому в Туркмении, Узбекистане, на теоретическом уровне – в Киргизии.

[4] Письменность в Республике Татарстан неоднократно менялась в связи с политикой Советского государства в языковом вопросе, в частности по ликвидации безграмотности. В СССР 72 народа не имели письменности. Необходимо было провести работу по разработке и унификации письменности народов СССР. В 1920-е гг. появился проект по внедрению «Нового алфавита» на основе латиницы. Предполагалось перевести все языки народов СССР, в том числе и русский, на латинскую графику, что соответствовало идее мировой революции, а значит, идее создания единого мирового языка трудящихся. Кириллица на эту роль не подходила. К тому же пролетарская революция явилась воплощением западной идеи. Началась работа по внедрению латиницы даже в те языки, которые имели кириллицу. Но в 1936 г. западно ориентированный проект по внедрению «Нового алфавита», разработанного на «алфавите революции» – латинице, был свернут, и языки народов СССР получили письменность на основе кириллицы. Этой перемене способствовало изменение политической парадигмы: идея мировой революции уступила место идее построения социализма в отдельной строне, т. е. в СССР. Происходящие изменения в языковом вопросе, конечно, касались и татарского языка. Подробнее см.: Латиницу называли «алфавитом революции» // Lenta.ru. URL: https://lenta.ru/articles/2017/05/23/latin (дата обращения: 13.02.2015).

[5] Стоит сделать уточнение относительно правового положения языков в РФ в законе РФ «О языках народов РФ» 1991 г. Хотя русский язык объявлен в статусе государственного (ст. 3 п. 2) и в гл. III, IV, V, VI указаны сферы обязательного использования государственного языка в РФ, но при этом законодатель наделяет широкими правами другие языки народов РФ как форму проявления национального и личностного самосознания и республики РФ устанавливать иные государственные языки.

государственного языка Российской Федерации и государственных языков республик могут устанавливаться федеральными законами» [7]. Использование графики языка – это вопрос федерального, общероссийского значения, что обеспечивает единство многонационального народа РФ и ее целостность. Конституционность действий федерального законодателя по введению п. 6 была подтверждена Конституционным Судом РФ (КС РФ) в Постановлении от 16.11.2004 г. № 16-П. В этом Постановлении КС признал перевод татарского алфавита на латинскую графику без согласия федерального центра незаконным [8]. Однако попытки латинизации не прекратились: при издании газет, названий улиц в современном Татарстане используется латиница. Сторонники латиницы объясняют свою позицию, во-первых, просьбами татар из других стран (Финляндии,[6] Австралии, США) вести переписку с ними на латинице и, во-вторых, вторжением английского языка в современную жизнь в связи с глобализацией. Но много татар против латиницы [6]. По сути, речь идет о внешнем, западном, импульсе и воздействии на языковой вопрос внутри РФ с использованием местной прозападной элиты с целью расколоть российское общество.

Законодательная работа по обеспечению лингвистической безопасности нашла продолжение в ФЗ от 1 июня 2005 г. № 53-ФЗ «О государственном языке РФ». Цель этого закона определить социальный и правовой статус государственного языка РФ как системообразующего фактора сохранения целостности РФ, как национального символа в международных правоотношениях.

Важно подчеркнуть, что закрепленный в указанных нормативных актах государственный статус русского языка обеспечивает реализацию ст. 43 Конституции РФ о праве каждого гражданина РФ на образование на всей территории РФ в государственных и муниципальных образовательных учреждениях и предприятиях и ФЗ от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 25.12.2018) [9] «Об образовании в РФ» (ст. 1, 3) [10]. Языковой сепаратизм, напротив, создает угрозу не только целостности РФ и единству ее многонационального народа, но и нарушает конституционное право на образование, которое имеет любой гражданин РФ вне зависимости от места жительства и пребывания.

[6]Любопытно, количество татар в Финляндии насчитывается 600–700 человек (https://sntat.ru/obshchestvo/finkyyraz-net-ne-ozhidaetsya-tatary-finlyandii-veryat-chto-ne-ischeznu/). В РФ татары – второй по численности народ. Возникает вопрос: как может такая маленькая диаспора в Финляндии навязывать свою волю более пяти миллионам татар в РФ в переходе на латиницу из-за удобства переписки с ними? Ответ вполне очевиден: аргумент с перепиской является информационной уловкой с целью манипуляции общественным сознанием в языковом вопросе.

В заключение обратим внимание на Указ Президента РФ от 31.12.2015 г. № 683 «О Стратегии национальной безопасности РФ», где вопрос о лингвистической безопасности РФ взят вновь под государственный контроль и имеет внешнее и внутреннее направление. В разделе «Культура» в гл. IV «Обеспечение национальной безопасности» сказано: «Особое значение для укрепления национальной безопасности в области культуры имеет проведение государственной политики по реализации функции русского языка как государственного языка Российской Федерации, средства обеспечения государственной целостности страны и межнационального общения народов Российской Федерации, основы развития интеграционных процессов на постсоветском пространстве и средства удовлетворения языковых и культурных потребностей соотечественников за рубежом. Россия реализует программы поддержки изучения русского языка и культуры в государствах – участниках Содружества Независимых Государств для ускорения процессов евразийской интеграции» [11].

Такая государственная политика в отношении русского языка дает положительные результаты и, что особенно вселяет оптимизм, в том числе за пределами РФ. Так, несмотря на закон о переводе казахского языка на латиницу,[7] известный социолог и этнолог Н. П. Космарская установила высокий уровень укорененности русского языка среди титульных групп Казахстана. На основе своих исследований, проведенных среди студентов элитных вузов Казахстана, где преподавание ведется на английском языке, она отметила своеобразный феномен: «При очень сдержанном отношении студентов к России, их аргументация в пользу исключительно высокой инструментальной роли русского языка для их будущего была очень убедительной» [12].

[7] 20 февраля 2018 г. президент Нурсултан Назарбаев подписал указ о новой версии алфавита для казахского языка, основанного на латинице, взамен существующего до этого кириллического алфавита. «По мнению бессменного лидера страны, скорейший уход от кириллицы, на которой сейчас пишут в Казахстане, *«является исторически важным для казахского народа»* (курсив мой – *Э.М.*). Астана планирует полностью перевести казахский язык с кириллицы на латиницу к 2025 г. По словам Назарбаева, это необходимо для развития государственного языка и облегчения взаимодействия с иностранными государствами (См.: Новости мира 28.12.2018 // Русское агентство новостей. URL: http://новости-казахстана.ru-an.info (дата обращения: 15.02.2019). Под иностранными подразумеваются страны, использующие латиницу, т. е. западные. Значит ли, что по замыслу взаимодействие с РФ для новых поколений казахского народа отойдет на задний план, если исторически важное для этой страны – интеграция с некириллическими странами?

Список литературы

1. Российская Федерация. Законы. О безопасности : федер. закон [от 5 марта 1992 г. № 2446] // Законы, кодексы и нормативные акты Российской федерации. – URL: http://legalacts.ru/doc/zakon-rf-ot-05031992-n-2446-1-o/ (дата обращения: 10.02.2019).

2. Президент Российской Федерации. Указы. О концепции национальной безопасности Российской Федерации [от 10.01.2000 № 24] // Законы, кодексы и нормативные акты Российской Федерации. – URL: http://legalacts.ru/doc/ukaz-prezidenta-rf-ot-10012000-n-24 (дата обращения: 10.02.2019).

3. Всероссийская перепись населения 2010. – URL: http://perepis-2010.ru/ (дата обращения: 13.02.2019).

4. Программа Коммунистической партии Советского Союза, принята на XXII съезде КПСС в 1961 г. – URL: http://aleksandr-kommari.narod.ru/kpss_programma_1961.htm (дата обращения: 11.02.2019).

5. Вячеслав Никонов о статусе русского языка // Русский мир : информ. портал фонда «Русский мир». – URL: https://russkiymir.ru/publications/85858 (дата обращения: 15.02.2019).

6. Татарстан отказался от латиницы 13 лет спустя // Бизнес Online. – URL: https://www.business-gazeta.ru/article/72417 (дата обращения: 15.02.2019).

7. Российская Федерация. Законы. О языках народов РФ : федер. закон [от 25.10.1991№ 1807-1 (ред. от 11.12.2002)].

8. Конституционный Суд Российской Федерации. Постановления. По делу о проверке конституционности положений пункта 2 статьи 10 Закона Республики Татарстан «О языках народов Республики Татарстан» [от 16 ноября 2004 г. № 16-П]. – URL: https://rg.ru/2004/11/23/tatar-yazyk-dok.html 23.11.204 (дата обращения: 15.02.2019).

9. Российская Федерация. Законы. Конституция Российской Федерации [от 12.12.1993 г.] // Президент России. – URL: http://constitution.kremlin.ru/ (дата обращения: 17.02.2019).

10. Российская Федерация. Законы. Об образовании в РФ : федер. закон [от 29.12.2012 № 273-ФЗ] // КонсультантПлюс. – URL http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения: 17.02.2019).

11. Президент Российской Федерации. Указы. О Стратегии национальной безопасности РФ [от 31.12.2015 № 683] // МИД РФ. – URL: http://www.mid.ru/foreign_policy/official_documents//asset_publisher/CptICkB6BZ29/content/id/294430 (дата обращения: 11.02.2019).

12. В Узбекистане и Туркменистане переход на латиницу привел к культурному хаосу // CA-portal. – URL: http://www.ca-portal.ru/article:34997 (дата обращения: 17.02.2019).

Т. А. Никифорова, аспирант кафедры «Профессиональная педагогика»
Тел. 8 (950) 830-15-84, e-mail: ggwptat@gmail.com
Ю. А. Шихов, доктор педагогических наук, профессор
Тел. 8 (912) 758-56-87, e-mail: shihov55@mail.ru
О. Ф. Шихова, доктор педагогических наук, профессор
Тел. 8 (912) 005-45-45, e-mail: olgashihova18@mail.ru
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Траектория развития иноязычной коммуникативной компетенции в контексте применения новых образовательных технологий

Рассматривается сущность процесса «угасания» компетенций, его причины, а также условия, позволяющие повысить функциональную устойчивость компетенции, среди которых: применение технологий деятельностного подхода и метода интервальных повторений, создание благоприятной образовательной среды, а также непрерывный педагогический мониторинг траектории движения компетенции.

Ключевые слова: траектория развития компетенции; «угасание» компетенций; иноязычная коммуникативная компетенция; технологии деятельностного подхода; метод интервальных повторений; педагогический мониторинг.

С момента перехода мировой системы образования на компетентностную парадигму вопросы сущности, классификации, особенностей формирования и оптимальных путей развития различных компетенций занимают центральное место в педагогических исследованиях. В большинстве работ компетенция рассматривается как некое формирование, способное двигаться лишь в одном направлении – по нарастающей, но практический опыт подсказывает, что нередки случаи негативных изменений внутри компетенции, обусловленные влиянием различных факторов. Например, компетенции студентов вуза, сформированные в рамках учебных дисциплин на первых курсах, у выпускников оказываются в значительной степени утрачены. Это, в первую очередь, касается таких предметов, как история, философия, математика, социология, политология, иностранный язык. Это свидетельствует о том, что компетенция может не только развиваться, но и регрессировать, «угасать», утрачивать свои компоненты вплоть до полного исчезновения. В начале эти изменения могут быть незаметны для носителя компетенции и обратимы, но со временем, при утрате значи-

© Никифорова Т. А., Шихов Ю. А., Шихова О. Ф., 2019

тельного числа компонентов компетенции, восстановить ее оказывается все сложнее.

Под «угасанием» компетенции мы понимаем происходящее под влиянием мезанизмов забывания постепенное уменьшение объема ее содержания вплоть до полного исчезновения компетенции. Предположительно основная причина, приводящая к «угасанию» компетенции, заключается в ее невостребованности в жизни индивида. Таким образом, если человек длительное время не использует компетенцию в своей деятельности, она постепенно исчезает, освобождая место более значимым компетенциям.

С одной стороны, если говорить о ряде профессиональных компетенций, «угасание» которых обусловлено стремительным устареванием технологий, этот процесс может быть не так критичен для профессиональной деятельности носителя компетенции, поскольку на месте утраченных закономерно возникают новые компетенции. Тем не менее если принять во внимание тот факт, что под угрозой «угасания» находятся и ключевые компетенции, высокий уровень сформированности которых обеспечивает успешность человека во всех сферах общественной жизни, то, безусловно, такое положение дел не может не вызывать беспокойство. В этой связи предполагается целесообразным рассмотреть те условия, которые обеспечивают устойчивость компетенции процессам «угасания».

Мы считаем, что самым важным условием, определяющим «выживаемость» компетенции, является достигнутый высокий уровень ее сформированности. Дело в том, что в процессе развития компетенции образуется сложная система связей между отдельными ее компонентами. Таким образом, при высоком уровне сформированности компетенции, даже если некоторая часть ее компонентов будет утрачена, с одной стороны, она все равно продолжит функционировать как единое целое, а, с другой стороны, за счет разветвленной системы связей эти компоненты могут быть без труда восстановлены.

Процесс развития компетенции предполагает постепенное количественное накопление отдельных ее компонентов, в итоге приводящее к качественным изменениям в структуре компетенции. Однако часто в реальности все выглядит несколько по-другому: многие студенты активно включаются в учебный процесс только тогда, когда им предлагается интересная форма проведения занятия, или если их внимание было привлечено яркой картинкой на слайде или интересной историей преподавателя. В результате информация, усвоенная на занятии, носит фрагментарный, а не системный характер, что негативно сказывается на результатах обучения.

Мы полагаем, что положительные изменения в сторону системности формирования компетенции могут быть достигнуты в том случае, если информация, которую обучающиеся должны усвоить в рамках той или иной дисциплины, воспринимается ими как важная не только на когнитивном, но и на эмоциональном уровне. Это означает, что обучающийся должен не просто осознавать важность формируемой компетенции для своей будущей профессиональной деятельности, но и относиться к ней как к ценности в структуре своей личности. Этого можно достичь с помощью внедрения в образовательный процесс технологий деятельностного подхода [1] при условии создания благоприятной образовательной среды.

В настоящее время педагогическая наука обладает огромным арсеналом технологий и методов, реализующих деятельностные основания образования в рамках компетентностного подхода. К ним можно отнести: проблемное обучение, метод проектов, метод кейсов, метод портфолио, метод мозгового штурма, контекстное обучение, ролевые и деловые игры и т. д. В данном ключе нельзя не упомянуть значимость информационно-коммуникационных технологий, предоставляющих педагогам широкий спектр программных продуктов, помогающих интенсифицировать процесс обучения, не говоря уже о дидактическом потенциале сети Интернет, позволяющей получить информацию на любую интересующую тему. Необходимо отметить, что задача педагога сводится не только к разработке и реализации на практике деятельностной модели организации учебного процесса, но и к созданию благоприятной образовательной среды [2], в которой каждый участник педагогического взаимодействия вступает в активный диалог в духе свободного общения на актуальные с позиций человечества темы. В процессе такого диалога обучающиеся сталкиваются с необходимостью осуществления нравственного выбора, благодаря чему формируемая компетенция воспринимается обучающимися как личностно значимое образование, подлежащее сохранению и совершенствованию.

Рассматривая процесс развития иноязычной коммуникативной компетенции, которая нередко является слабым звеном в подготовке специалистов, обязательным условием повышения степени ее устойчивости процессам «угасания» становится регулярное взаимодействие обучающихся с носителями других культур. Это может быть реализовано за счет организации разнообразных онлайн-конференций, в том числе профессиональной направленности, телемостов, привлечения обучающихся к выполнению межкультурных проектов и т. д.

Как бы то ни было, без закрепления усвоенного материала ни одна компетенция не будет характеризоваться достаточной степенью функциональной устойчивости. Согласно принятой большинством педагогов практике, после того, как тема была пройдена, обучающиеся возвращаются к ней непосредственно перед экзаменом. Как правило, к тому моменту они уже мало что помнят, вследствие чего вынуждены учить материал заново, однако после экзамена заученная наспех информация довольно быстро забывается. Метод интервальных повторений [3] позволяет справиться с данной проблемой. Он заключается в том, что между усвоением нового материала и его повторением должен быть определенный временной промежуток.

Согласно результатам многочисленных исследований в этой области, при возможности одного повторения перед контрольным мероприятием целесообразно расположить его в точке, соответствующей 30 % на временной шкале, где 100 % – время от первого ознакомления с учебным материалом до итогового контрольного мероприятия. Таким образом, если до экзамена осталась неделя, то повторение необходимо провести через два дня после усвоения материала, а если год, то через три месяца. При этом наиболее эффективной признана организация повторений с помощью тестов, после которых происходит обсуждение и исправление ошибок, допущенных обучающимися.

Для оценки эффективности выбранной образовательной модели необходимо проведение непрерывного педагогического мониторинга траектории движения компетенции. С его помощью становится возможным получить информацию об особенностях формирования компетенции индивидуально для каждого обучающегося, а также вовремя принять необходимые меры при отклонении от заданного курса.

Оптимальным инструментом для проведения такого рода мониторинга является трехмерная матрица компетенции, разработанная Ю. А. Шиховым [4] на основе таксономических моделей Б. У. Родионова – А. О. Татура и В. П. Симонова. Данная матрица состоит из блоков знаний и умений. В структуре знаний выделяются четыре звена: мировоззренческий минимум (знания, которые должны остаться в памяти любого обучающегося по данному предмету); базовые знания, необходимые для дальнейшего изучения данного предмета; программные знания сверх базового уровня; сверхпрограммные знания, рекомендованные как дополнение к программе для самых сильных обучающихся. В структуре умений выделяются четыре уровня:

– фактический (умение узнавать основные факты, формулы, принципы, принятые в данной предметной области);

– операционный (умение действовать по определенному алгоритму);

– аналитический (умение анализировать ситуацию и принимать решения на основе изученных алгоритмов);

– творческий (умение принимать нестандартные решения).

Ю. А. Шихов дополняет матрицу обученности Б. У. Родионова – А. О. Татура введением временной координаты для повышения объективности оценивания уровня сформированности компетенций обучающихся.

Применительно к процессу развития иноязычной коммуникативной компетенции содержание ячеек матрицы можно рассматривать в соответствии с разработанной Советом Европы общеевропейской шкалой языковой компетенции [5], однако при желании возможно создание уникальной системы дескрипторов, позволяющих оценить сформированность иноязычной коммуникативной компетенции для конкретного направления подготовки. Для этого целесообразно применять метод групповых экспертных оценок (ГЭО).

Для того чтобы достичь максимальной полноты при оценке уровня сформированности компетенции, необходимо вести учет творческих работ обучающихся (сочинений и эссе), проектов, результатов выступлений на различных конкурсах и конференциях и т. д.

Таким образом, непрерывное наблюдение за траекторией движения компетенции позволяет с высокой долей вероятности прогнозировать темп и характер ее формирования, а также своевременно выявлять и устранять проблемы на пути ее развития. Создание благоприятной образовательной среды, внедрение в учебный процесс технологий деятельностного подхода, а также рационализация системы повторений учебного материала, основанная на методе интервальных повторений, способствует поэтапному формированию компетенции, устойчивой процессам «угасания».

Список литературы

1. *Атанов, Г. А.* Деятельностный подход в обучении. – Донецк : ЕАИ-пресс, 2001. – 160 с.

2. *Ясвин, В. А.* Образовательная среда: от моделирования к проектированию. – М. : Смысл, 2001. – 365 с.

3. *Kang, S. H. K.* Spaced repetition promotes efficient and effective learning: policy implications for instruction // Policy insights from the behavioral and brain sciences. – 2016. – Vol. 3. № 1. – P. 12–19.

4. *Шихов, Ю. А.* Квалиметрический мониторинг качества фундаментальной подготовки в техническом вузе : моногр. // Курс теоретической и эксперимен-

тальной педагогики / под общ. ред. В. С. Черепанова. – М. ; Ижевск, 2007. – 208 с.

5. Общеевропейские компетенции владения иностранным языком: изучение, обучение, оценка / пер. под общ. ред. проф. К. М. Ирисхановой. – М. : МГЛУ, 2005. – 248 с.

Е. П. Пономаренко, старший преподаватель кафедры «Английский язык»
E-mail: catpep@mail.ru,
А. Л. Иванова, старший преподаватель кафедры «Английский язык»
E-mail: ivanova.alexandra-88@yandex.ru
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова

Методы интерактивного обучения деловому английскому языку как средство формирования языковой личности студентов технического вуза

Статья посвящена вопросу формирования языковой личности студентов технического вуза. Целью данной статьи является обоснование использования интерактивных методов в процессе обучения деловому английскому языку студентов технических направлений подготовки ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, а также представление результатов исследования влияния интерактивного обучения на готовность студентов к осуществлению иноязычной межкультурной коммуникации.

Ключевые слова: методы интерактивного обучения; языковая личность; технический вуз; иностранный язык; деловое общение.

Вопрос формирования языковой личности студента технического профиля остается одним из актуальных в практике обучения иностранным языкам в неязыковом вузе, поэтому непрерывно ведется поиск форм и методов обучения, которые бы помогали будущему специалисту эффективно осуществлять деловое общение в профессиональной сфере деятельности. В данном контексте под языковой личностью понимается «…человек, рассматриваемый с точки зрения его готовности производить речевые поступки, создавать и принимать произведения речи» и характеризуемый «…как многослойный и многокомпонентный набор языковых способностей, умений, готовностей к осуществлению речевых поступков разной степени сложности» [1].

© Пономаренко Е. П., Иванова А. Л., 2019

В настоящее время одними из наиболее эффективных методов обучения считаются интерактивные методы и технологии, поскольку они способствуют активизации и интенсификации учебно-познавательной деятельности студентов [3–6, 8]. Главным преимуществом интерактивных методов является их потенциал развивающего воздействия на личность обучаемого, на его способность и готовность пользоваться иностранным языком как средством социального взаимодействия и межкультурной коммуникации [2]. Интерактивные методы соответствуют целям обучения иностранному языку в высших образовательных учреждениях [4], поскольку они обеспечивают коммуникативную направленность учебного процесса, создают атмосферу сотрудничества и творчества, а также предполагают моделирование ситуаций, максимально приближенных к условиям реальной коммуникации.

Анализ современной научно-педагогической литературы показал, что интерактивное иноязычное обучение ориентировано на развитие профессиональных и личностных качеств у студентов, включая: совершенствование культуры общения, стимулирование творческой активности, обогащение воображения, развитие критического мышления, формирование способности к сотрудничеству и работе в команде, самостоятельности [3, 4, 6].

Изучение иностранного языка для делового общения является традиционным элементом языковой подготовки в техническом вузе. Дисциплина «Деловой иностранный язык», относящаяся к базовой части профессионального образовательного цикла, направлена на формирование и развитие у студентов навыков письменного и устного делового общения, а также на ознакомление студентов с реалиями и правилами современной бизнес-коммуникации и бизнес-корреспонденции.

Учебной программой по деловому английскому языку на втором курсе в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова предусмотрены такие темы для изучения, как «Презентация», «Совещание», «Трудоустройство на работу», «Навыки общения по телефону», «Светская беседа», «Отчет» и «Коммерческое предложение». К настоящему моменту в ходе преподавания данной учебной дисциплины накоплен большой опыт применения интерактивных методов и технологий, таких как кейс-стади, ролевые и деловые игры, проектная деятельность, которые имплицируют создание презентаций, написание креативного профессионально ориентированного письма, решение проблемных задач, организацию дискуссий, дебатов и мозговых штурмов, подготовку портфолио, разработку коллажей, работу в парах и малых группах [3, 7, 8]. В данной ситуации появляется необходимость анализа готовности студентов к реализации полученных знаний и сформированных навыков, т. е. к

осуществлению иноязычной межкультурной коммуникации в ситуациях профессионального общения и к решению профессионально значимых задач иноязычными средствами. Под готовностью подразумевается система профессионально-личностных установок и осознанное ценностно-смысловое отношение к профессиональной деятельности, обеспечивающие проявление активности (самореализации) личности в процессе осуществления иноязычного общения исходя из норм поведения, принятых в ином культурном социуме [9]. По этой причине было проведено исследование, нацеленное на определение эффективности и ценности интерактивных методов на формирование готовности, присущей языковой личности, в процессе изучения делового английского языка в техническом вузе. Задачей исследования стало обоснование использования интерактивных методов с точки зрения усвоения студентами технического вуза знаний и формирования у них умений, а также готовности применять их на практике самостоятельно в случае необходимости.

Исследовательская работа велась с сентября по декабрь 2018 г. В исследовании приняло участие 65 студентов второго курса технических направлений подготовки (Техносферная безопасность, Программная инженерия, Технология художественной обработки материалов, Информатика и вычислительная техника). Для оценки эффективности интерактивных методов и форм применялись качественные и количественные методы анализа. Влияние интерактивных методов обучения на формирование готовности студентов к иноязычной межкультурной коммуникации оценивалось посредством анкетирования, собеседований и дискуссий.

В целом следует отметить, что все опрашиваемые студенты справились с поставленными перед ними задачами и получили положительные оценки за проделанную работу. Интерактивные методы, используемые в процессе обучения деловому английскому языку, представлены в табл. 1. В рамках предложенных и разыгрываемых ситуаций студенты должны были дискутировать, проводить мозговые штурмы, оформлять презентации, вырабатывать коллективные и индивидуальные решения, а также выполнять письменные задания с соблюдением установленных правил и норм этикета, принятыми в англоязычных странах.

Таблица 1. **Организация занятий по деловому английскому языку с использованием интерактивных методов в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова**

Формы общения	Изучаемые темы	Интерактивные методы	Формы работы
Устная речь	Презентация (Presentation)	Case-study	Индивидуальная, парная
	Совещание (Meeting)	Деловая игра	Групповая
	Трудоустройство на работу (Job interview)	Ролевая игра	Парная
	Навыки общения по телефону (Telephoning)	Деловая игра	Парная
	Светская беседа (Small talks)	Ролевая игра	Парная
Письменная речь	Отчет (Report)	Деловая игра	Индивидуальная
	Предложение (Proposal)	Деловая игра	Индивидуальная

Анализ результатов самооценки студентов позволяет говорить, что большинство из них получили знания и сформировали умения, необходимые для того, чтобы быть внутренне готовыми для реализации их на практике, не исключая возможные фонетические, грамматические и лексические ошибки, не затрудняющие восприятие информации и не препятствующие коммуникации (табл. 2).

Мы не можем утверждать, что интерактивные методы существенно повышают мотивацию студентов к изучению иностранного языка, но при этом отмечаем у студентов: рост коммуникативной активности; развитие способностей к аргументации; развитие навыков публичных выступлений; готовность к решению нестандартных задач; готовность к сотрудничеству и развитие навыков работы в команде; отсутствие страха допустить ошибки, что позволяет преодолевать языковые барьеры, свойственные студентам технического вуза.

Таблица 2. **Субъективная оценка сформированности знаний, умений и готовности студентами 2-го курса ИжГТУ имени М. Т. Калашникова**

Изучаемые темы	Знания, умения и готовность, формируемые в ходе изучения дисциплины «Деловой английский язык»	Да, %
Презентация	Знаю, как делать презентации	98,5
	Умею делать презентации	92,3
	Готов выступать с презентацией	46,2
Совещание	Знаю, как проводить совещания	69,2
	Умею высказывать согласие/несогласие	83,1
	Готов участвовать в совещании	63,1
Трудоустройство на работу	Знаю, что включает в себя собеседование	93,8
	Умею задавать/отвечать на вопросы	72,3
	Готов пройти собеседование	61,5
Навыки общения по телефону	Знаю основные фразы общения и правила телефонного этикета	78,5
	Умею составлять диалоги по данной теме	75,4
	Готов участвовать в диалогах по телефону	63,1
Светская беседа	Знаю правила ведения коротких разговоров	64,3
	Умею поддержать короткий разговор	61,9
	Готов поддержать короткий разговор	66,6
Отчет	Знаю основные требования составления отчетов	88,1
	Умею составлять отчеты	69,1
	Готов составлять отчеты	69
Предложение	Знаю основные требования составления коммерческих предложений	76,2
	Умею составлять коммерческие предложения	61,9
	Готов составлять коммерческие предложения	61,9

Подводя итог, можно сказать, что интерактивные методы целесообразно и оправдано использовать в процессе подготовки будущих технических специалистов, поскольку они позволяют достигать цели иноязычного обучения в высшем учебном заведении, а именно – сформировать готовность студентов демонстрировать и применять полученные в результате освоения образовательной программы знания, умения, навыки. Наличие готовности свидетельствует о сформированности иноязычных компетенции у учащихся. Это дает основание надеяться на проявление будущими специалистами инициативы в профессионально-значимых ситуациях межкультурного общения.

Список литературы

1. *Богин, Г. И.* Современная лингводидактика. – Калинин : Калинин. гос. ун-т, 1980. – 61 с.

2. *Гальскова, Н. Д.* Современная методика обучения иностранным языкам : пособие для учителя. – М. : Аркти, 2004. – 192 с.

3. *Красавина, Ю. В.* Организация интерактивных форм работы с участием иностранных студентов в техническом вузе / Ю. В. Красавина, Е. П. Пономаренко // Вестник ИжГТУ им. М. Т. Калашникова. – 2018. – № 1. – С. 146–150.

4. *Николаева, Н. Н.* Эффективность интерактивных методов обучения профессионально ориентированному английскому языку студентов неязыковых вузов / Н. Н. Николаева, И. Н. Маторина // Проблемы современного образования. – 2017. – № 6. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-interaktivnyh-metodov-obucheniya-professionalnoorientirovannomu-angliyskomu-yazyku-studentov-neyazykovyh-vuzov

5. *Ноздрякова, Е. В.* Интерактивное обучение – реальность или вымысел современного образования? // Интерактивное образование. 2017. – № 1. – С. 5–10.

6. *Овезова, У. А.* Методы интерактивного изучения иностранных языков как средство формирования языковой компетенции студентов неязыковых вузов // Мир науки. – 2017. – Т. 5. № 6. – URL: https://mir-nauki.com/PDF/60PDMN617.pdf

7. *Пономаренко, Е. П.* Метод портфолио как средство развития языковой личности студентов технического университета // Профессиональное образование: современная теория и инновационная практика : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. пед. наследию акад. РАО Г. В. Мухаметзяновой (10 окт. 2018 г.). – Т. 2. – Казань : ФГБНУ «ИППСП», 2018. – С. 180–183.

8. *Соломатина, С. Ю.* Опыт использования инновационных интерактивных технологий обучения английскому языку в техническом вузе / С. Ю. Соломатина, Е. П. Пономаренко // Инновации в образовании : сб. материалов науч.-метод. конф. преп. и сотр. ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, Ижевск, 13–31 марта 2017 г. / ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова». – Ижевск : ИННОВА, 2017. – С. 117–120.

9. *Яроцкая, Л. В.* Иностранный язык и становление профессиональной личности (неязыковой вуз). – М. : Триумф, 2016. – 258 с.

Г. М. Тихонов, доктор философских наук, профессор,
зав. кафедрой «Философия и социология»
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
Тел. 8 (951) 190-04-60, e-mail: gtichonov@list.ru

Внешние и внутренние факторы формирования состояния одиночества у студентов

В статье рассматриваются причины появления одиночества в студенческой среде. Основной причиной студенты назвали расставание с семьей и друзьями. Были выявлены чувства, ассоциирующиеся с одиночеством: жалость к себе, тоска, скука, покинутость, паника, изолированность. Определены формы одиночества у студентов. Более 50 % студентов сообщили о наличии ситуативно переживаемого одиночества. Констатируется, что многообразие форм одиночества молодежи и их вариабельность определяется многообразием факторов.

Ключевые слова: одиночество; внешние ситуативные факторы; внутренние личностные факторы; студенты; причины одиночества.

Одиночество в юности – широко распространенное и интенсивно протекающее явление. Эмпирические данные показывают более высокую подверженность одиночеству именно молодых людей. Вопреки распространенному мнению о том, что старость, как жизненная фаза, в основном связана с одиночеством, является стереотипом, мифом [1]. Оказалось, что сильнее всего испытывают одиночество молодые [2]. Почти каждый второй молодой человек или девушка в возрасте от 14 до 19 лет жалуется на то, что никто из окружения не разделяет их интересов. Их чувство одиночества проистекает не из-за того, что они одни, а из-за качества социальных связей [3]. Для молодых людей характерны романтические отношения, неудовлетворение которых ведет к росту одиночества. К страданиям, переживаниям добавляются боль непонимания со стороны взрослых. Эмпирические данные говорят, что 12,3 % девушек и 14,21 % юношей в возрасте от 16 до 20 лет относят себя к одиноким людям [4].

Многообразие форм одиночества молодежи и их вариабельность определяется многообразием факторов, способствующих появлению этого феномена. Вопросы о том, какие это факторы, что является причинами одиночества, как влияет социальная среда на протекание оди-

© Тихонов Г. М., 2019

ночества, как одиночество переживается молодыми людьми явилось целью нашего исследования.

Для определения внешних и внутренних факторов формирования состояния одиночества современными студентами было проведено количественное исследование методом группового анкетирования. В анкете приняли участие студенты первого и второго курсов Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова очного и заочного отделений. Объем выборки составил 162 респондента в возрасте от 18 до 28 лет, проживающих как в городе Ижевске, так и в других населенных пунктах Удмуртской Республики. Тип выборки – целевая.

В целом можно констатировать, что одиночество представляет собой серьезную социальную проблему для студентов. Это и кризис идентичности, и ослабление связей первичной социальной группы и интенсификация социальной мобильности и усиление индивидуализма – все это приводит к распространению социального одиночества. Как часто человек испытывает одиночество, как он его воспринимает, во многом зависит от внешних и внутренних факторов. Основной гипотезой для проверки полученных теоретических результатов является положение о том, что студенты как представители основной социальной группы молодежи проявляют высокую уязвимость по отношению к одиночеству. Это обусловлено тем, что, находясь в ситуации фрустрации и преодоления объективных трудностей, молодые люди быстрее теряют собственную идентичность и традиционные ориентиры, что ведет к повышенной психологической ранимости и уменьшению сопротивления к давлению социального окружения.

Эмпирический подход в рамках данного исследования имеет особое значение, т. к. он позволяет не только предметно описывать и объяснять характерные и структурные признаки одиночества, но и адекватно его измерять. В нашем случае это одномерная система измерения на базе фундаментальной модифицированной шкалы *UCLA* (*University California Los-Angeles*), которая является наиболее распространенной системой измерения одиночества [5]. На Западе еще в 50-е годы прошлого века были проведены исследования, где доказывалось, что одиночество в юности широко распространенное, и это бурно протекающее явление. Х. Салливан, американский ученый, обосновал это предположение тем, что именно в юности возникает настоятельная потребность в новых отношениях и собственной идентификации. С одной стороны, молодой человек получает возможность построить новые отношения, новые нормы и ценности, а с другой стороны, он становится очень уязвимым в отношении собственной самооценки [6].

Взяв за основу типологию Дж. Янга, который делает различие между преходящим одиночеством, включающим краткие и случайные настроения одиночества; ситуативным одиночеством, когда люди столкнувшись с трудными жизненными ситуациями подолгу и часто испытывают одиночество; хроническим одиночеством, характеризующимся долговременным когнитивным и бихевиоральным дефицитом отношений с другими людьми, выделили три группы студентов в зависимости от уровня субъективного переживания одиночества [7]. Из них 38,2 % опрошенных молодых людей констатировали слабо выраженное или переходящее одиночество; 51,8 % студентов согласились с тем, что они часто бывают одинокими и попадают под категорию переживающих ситуативное одиночество; 10,2 % испытывают сильное одиночество, и их можно отнести к группе хронически одиноких. Средний бал одиночества студентов через 4 месяца занятий составил 36,0 баллов (возможный бал варьируется от 20 до 80), что говорит о начавшемся процессе социальной адаптации к новым условиям.

Для анализа причин одиночества студентов была составлена анкета, в которой сформулированы 22 причины, частично заимствованные как из открытого целевого опросника К. Рубинстайна и Ф. Шейвера Нью-йоркского университета [3], так и из опросника Ж. В. Пузановой [8]. Исследование причин одиночества – это необходимый шаг для борьбы с ним и лучшего понимания несоответствия между действительными и желаемыми взаимоотношениями человека. Говоря о причинах одиночества, необходимо различать как причины, предваряющие одиночества, так и причины затянувшегося одиночества. Основной причиной, предваряющей одиночество, студенты назвали расставание с семьей и друзьями – 41,8 %. Отсутствие романических отношений – 33,2 %, неумение общаться – 31,4 %, нечем заняться – 25,6 %, разрывом отношений с любимым человеком – 21,3 %, отсутствием близких друзей – 36,7 %, покинутостью – 39,3 %. В качестве других причин одиночества – 15,4 % – студенты называли: непонимание со стороны других; мало возможностей встречаться с людьми; неумение общаться.

Причины затянувшегося одиночества определять было сложнее в связи с тем, что объяснения, которые студенты давали своему одиночеству, зачастую зависели от их эмоций и времени продолжающегося одиночества. Так, если студенты считали, что они бессильны перед событиями, вызывающими одиночество, то они «опускали руки» и больше не предпринимали попыток его преодолеть. Студенты, которые считали, что их одиночество вызвано событиями, с которыми они могут справиться, например, недостаток социальных компетенций,

продолжали бороться с одиночеством. Ситуативная форма одиночества может переходить в хроническую, если человек неправильно понимает его причины. Это, в свою очередь, приводит к тому, что человек вообще отказывается от борьбы или изменяет не те факторы, которые нужно. Так, С. А. Андерсон обнаружил, что студенты, которые свое неумение общаться объясняли своими чертами характера или плохими способностями, имели меньше шансов на успех. Те студенты, которые объясняли одиночество неверно выбранной стратегией или своими недостаточными усилиями, более эффективно справлялись с одиночеством [9]. Таким образом, в зависимости от того, как люди объясняют собственное одиночество, будет зависеть реакция на него и соответствующее поведение.

В данном контексте большую роль играет понятие самооценки. Связь между низкой самооценкой и глубоким одиночеством была выявлена давно [10]. Уровень самооценки может быть различным: низкая самооценка может являться как причиной, так и следствием одиночества. Исследования американских ученых показали, что чувства стеснительности, собственной непривлекательности и глупости являются обычным коррелятом одиночества [3]. Существуют две точки зрения о влиянии низкой самооценки на одиночество. Сторонники первой точки зрения считают, что внутреннее психическое самоотчуждение является главной причиной одиночества. Представители второй предполагают, что именно низкая самооценка, сопровождающаяся соответственным поведением, мешает созданию хорошего социального взаимодействия и является причиной одиночества. Согласно второй точки зрения, низкая самооценка связана с социальной некомпетентностью. Не только низкая самооценка порождает одиночество, но и одиночество может быть причиной низкой самооценки. Так, общество часто стигматизирует одиноких людей, навешивая на них ярлыки неудачников, неприветливых и холодных людей. Стереотип «одинокий, значит, не принятый, не любимый, социально не состоявшийся» до сих пор широко распространенное явление. Одиночество и низкая самооценка тесно связаны. Изначально в низкой самооценке заложен риск одиночества, а одиночество формирует низкую самооценку.

Данные рассуждения нашли свое подтверждение в наших исследованиях. Так, студенты, которых, по терминологии Дж. Янга, можно было отнести к хронически одиноким студентам, объясняли свое одиночество боязнью получить отказ, застенчивостью, неумением общаться. Эти объяснения носили внутренний характер и выражали в большей мере их личностные качества. Вина за собственное одиночество такими студентами полностью возлагалась на неизменные черты

своего характера. Временно одинокие студенты в качестве объяснения одиночества называли не только личностные, но и ситуативные факторы. Что касается самооценки, то было показано, что низкая самооценка влияет на поведение студентов. Студенты с высокой самооценкой более успешно прошли социальную адаптацию и преодолели свое одиночество. Студенты с низкой самооценкой убедили сами себя в своей социальной некомпетентности и не предпринимали в дальнейшем усилий для преодоления своего одиночества, тем самым замыкая круг одиночества и низкой самооценки.

Наше исследование выявило, что, во-первых, самооценка одиноких студентов более негативна, чем самооценка временно одиноких, одинокие студенты были уверены, что не способны поддерживать дружеские отношения; во-вторых, одинокие студенты сильнее, чем временно одинокие, ожидают быть негативно оценены другими; в-третьих, одинокие студенты более негативно оценивались своими одногруппниками. У одиноких студентов было меньше друзей, они часто прибывали в уединении, не участвовали в студенческих мероприятиях, им реже звонили по телефону.

Самооценка напрямую связана со степенью удовлетворенности студентами своими отношениями с близкими, друзьями, родными, любимыми. Предполагалось, что субъективная удовлетворенность своими отношениями является лучшим предсказателем одиночества. В анкете мы попросили студентов ответить на вопрос об их удовлетворенности своими связями с семьей, друзьями, любимыми. Оказалось, что неудовлетворенность друзьями теснее всего связывалось с одиночеством. Таким образом, была подтверждена гипотеза, что дружба – главное условие предотвращения одиночества. Редкие контакты с друзьями лучше предсказывали одиночество, чем общение с семьей или возлюбленными.

Следует также отметить, что в юности, особенно в студенческой среде, часто ставится вопрос о смысле жизни и личной значимости. Дело в том, что неудача в создании новых социальных связей и неумении интегрироваться в соответствующий значимый социальный контекст делают жизнь пустой и бессмысленной, а также блокируют социальную активность, что зачастую приводит к переживанию одиночества [11]. В юности большое влияние приобретает взаимодействие внешних ситуативных и внутренних личностных факторов, которые выражаются, с одной стороны, в нереализуемых романтических связях, с другой – вопросах о смысле жизни.

В нашей анкете мы попытались определить влияние смысложизненных вопросов на возникновение одиночества. Большинство одино-

ких студентов связали свое одиночество с пустотой, обособленностью и потерей собственной значимости во взаимосвязи с нормативными социальными ожиданиями. Такое представление о себе ведет к духовному одиночеству, которое связано с бессмысленностью собственного существования [12].

Одним из вопросов, поставленных в исследовании, был вопрос о чувствах, ассоциирующихся с одиночеством. Для ответа на этот вопрос мы составили анкету, где расположили в случайном порядке, те эмоции, которые могли испытывать студенты. При переживании одиночества человек испытывает разные эмоции: грусть, тоску, страх, беспокойство, жалость к себе и т. д. Поэтому выделить одно чувство, характеризующее одиночество, трудно. Однако те студенты, которые были отнесены к группе одиноких, указали следующие чувства: жалость к себе 36,2 %, тоска 52,3 %, скука 43,7 %, покинутость 23,2 %, паника 5,6 %, изолированность 58,3 %.

Одинокие студенты реагируют на одиночество по-разному в зависимости от того, как они его воспринимают. В большинстве своем, данный тип одиночества несет негативные переживания, которые связаны со страхом, жалостью к себе, ощущением покинутости и незащищенности. Подводя под эти эмпирические данные теоретическую базу, можно отнести данный тип одиночества к «эмоциональной изоляции». Автор этой концепции Р. Вейс разработал концепцию дефицита эмоциональных или социальных связей [13]. Одиночество им понимается как аффективное состояние, протекающее в этих двух формах. Эмоциональное одиночество вызвано отсутствием привязанности к конкретному человеку, возникающее любо вследствие событий, связанных с потерей близкого человека, либо с разрывом дружеских или интимных отношений. Социальное одиночество вызвано дефицитом дружеских связей, нарушением чувства общности, нехваткой социального общения. В контексте сказанного можно констатировать, что большая часть распределения чувств студентов 70,6 % относится к этим двум типам одиночества. Причем такие чувства, как паника, беспомощность, ранимость, покинутость может быть объединена таким понятием, как отчаяние и попадает под определение «эмоционального одиночества». Такие чувства, как раздражительность, нетерпеливость, желание к перемене ассоциируется с чувством озабоченности и скуки и могут быть отнесены к типу «социального одиночества». Остальные чувства, такие как меланхолия, тоска, подавленность, жалость к себе, опустошенность, застенчивость, ощущение собственной глупости представляют собой своеобразные реакции на одиночество и могут быть подведены под такие понятия как «самообвинение» и «депрессия».

Таким образом, одинокие студенты испытывают страх и тревогу перед одиночеством и пытаются его избежать. Они неудовлетворены своим положением в группе, своими социальными навыками и окружением. Отсюда негативные переживания, связанные с жалостью к себе, ощущением беспомощности и покинутости, а также стигматизация их поведения. Однако одинокие студенты составляют относительно небольшой процент к общему количеству студентов. Неодинокие студенты выделяли также чувства, как скука 50,4 %, тревога 62,7 % и плохое настроение 40,8 %, безразличие 36,7 %. Для них преобладали чувства спокойствия, смирения, безразличия. Неодинокие студенты в целом представляют одиночество, как неудовлетворительное состояние. Они считают, что одиночество «должно формировать плохое настроение, печаль, стыд и неловкость» [14].

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы: высокая вариативность и многогранность одиночества студентов возникает из сопряжения внешних и внутренних факторов, способствующих появлению этого феномена. В общем и целом все факторы можно разделить на три части:

1. Факторы, вызывающие одиночество (стремление к самостоятельности, психическое и физическое становление, когнитивное развитие, расставание с родителями, реорганизация собственного Я, стремление к значимости, собственной автономности и независимости).

2. Факторы, связанные с социальными структурами и культурными процессами (изменения семейной структуры, борьба за независимость, чрезмерные ожидания и персоналистические нормы, неодинаковые и маргинальные роли, социальные сравнения взаимоотношений, ограниченные или блокированные возможности осмысленной занятости, отвержение и самоотчуждение, роль неудачника, неполноценные отношения между детьми и родителями).

3. Личностные факторы (апатия и бесцельность, эгоцентризм, низкая самооценка, застенчивость и робкость, чувствительность к отказу, скудные социальные навыки, интроверсия, заниженное самолюбие).

Обзор всех этих факторов говорит о том, что одиночество появляется в точке взаимодействия личности со специфическими социальными структурами и процессами, происходящими в обществе, нередко конфронтируя с нормативными ожиданиями.

Список литературы

1. *Revenson, T.* Social and demographic correlates of loneliness in late life / T. Revenson, J. Johnson // American Journal of Community Psychology. – 1984. – № 12. – P. 71–85.

2. *Larson, R*. Time alone in daily experience: Loneliness or renewal / R. Larson, M. Csiksyehtmihalzi, R. Graev // A sourcebook of current theory, research and Therapy. – New York : Willey. – P. 54–67.

3. *Rubenstein, C. M*. The experience of loneliness. In L.A. Peplau, D. Perlman (Ed). Loneliness / C. M. Rubenstein, P. Shaver // Sourcebook of Current Theory, Research and Theory. – New York : Wiley. – P. 206–223.

4. *Rorle, B*. Gemeinsam allein. Zur Psychologie der Einsamkeit / B. Rorle, J. Osterlow // Universitas (Stuttgart). – Deutsche Ausgabe. – Jahrg. – 1999. – № 6. – S. 572–586.

5. *Russe, L. D*. Developing a measurement of loneliness / L. D. Russe, L. A. Peplau, M. L. Ferquson // Journal of Personality Assessment, 42. – P. 290–294.

6. *Sullivan, H. S*. The interpersonal theory of psychiatry. – New York : Norton, 1953.

7. *Янг, Дж*. Одиночество, депрессия и когнитивная терапия; теория и ее применение // Лабиринты одиночества / под ред. М. Е. Покровского. – М., 1989. – С. 558.

8. *Пузанова, Ж. В*. «Одиночество» как предмет эмпирического анализа // Социология: методология, методы, математические модели. – 2009. – № 29. – С. 135.

9. *Anderson, C. A*. When experiences of failure promote expectations of success: The impact of attributing failure to ineffective strategies / C. A. Anderson, D. L. Jennings // Jourrnal of Personality, 48. – P. 393–407.

10. *Jones, H*. Loneliness and social behavior // Loneliness A. Sourcebook of Current Theory, Research and Therapy / ed. L. A. Peplau, D. Perlman. A Willey. – Interscience Publication. John Willey and sons. – 1982. P. 238–252.

11. Brennan T., Auslander N., Adolescent loneliness / T. Brennan, N. Auslander // An exploratory study of social and psychological predispositions and theory. – Washington, 1979: National Institute of Mental Health, Juvenile Problems Division.

12. *Gaev, D.* The psychology of loneliness. – Chicago: Adams Press, 1976. – P. 22.

13. *Weiss, R. S*. Loneliness. Cambridge. – Mass. : MTI press, 1973.

14. *Шагивалеева, Г. Р*. Одиночество и особенности его переживания студентами : моногр. – Елабуга : Алмедиа, 2007. – С. 95.

Г. Р. Чайникова, кандидат педагогических наук,
доцент кафедры «Общенаучные дисциплины»
Березниковский филиал Пермского национального исследовательского
политехнического университета
Тел. (3424) 26-45-44, e-mail: chainikovagr@yandex.ru

Использование платформы Google Classroom для обучения аудированию

В статье рассматриваются возможности образовательной платформы Google Classroom для организации самостоятельной работы студентов над аудированием. Отмечается, что Google Classroom как «персональная образовательная среда» дает возможность преподавателю расширить и организовать самостоятельную работу студентов над аудированием с учетом их индивидуального уровня и возможностей, а студенту стать активным участником образовательного процесса, строящим свою индивидуальную образовательную траекторию.

Ключевые слова: обучение аудированию; смешанное обучение; самостоятельная работа студента; обучающая образовательная среда; Google Classroom.

Современные требования к формированию иноязычной коммуникативной компетенции в вузе предполагают способность и готовность студента общаться на иностранном языке для решения задач межличностного, межкультурного и профессионального взаимодействия, что невозможно без сформированности аудитивной компетенции как способности и готовности к восприятию и смысловой переработке иноязычного аудируемого сообщения [1]. Но, как отмечается во многих работах и показывает практика преподавания в неязыковом вузе, уровень сформированности аудитивных умений значительно уступает сформированности умений других видов речевой деятельности (РД), в частности чтения как рецептивного вида РД. Одной из причин данного положения вещей может быть то, что этому виду речевой деятельности не уделяется достаточного внимания при организации самостоятельной работы студентов, что обусловлено объективными трудностями как организации самостоятельной работы над аудированием, так и контроля данного вида учебной деятельности. Решение этой проблемы возможно за счет внедрения смешанного обучения, позволяющего сочетать формы традиционной аудиторной работы с самостоятельным

© Чайникова Г. Р., 2019

овладением студентом учебным материалом с использованием средств ИКТ [2].

Современные информационно-коммуникационные технологии позволяют значительно расширить и разнообразить самостоятельные работу студентов и дают новые возможности по организации работы над аудированием. Широко внедряемые в последнее время информационно-образовательные среды как совокупность информационно-коммуникационных технологий и информационных образовательных ресурсов предоставляет участникам образовательного процесса технологические возможности для выполнения разнообразных задач [3]:

1) управление учебным процессом, его планирование и ресурсное обеспечение, мониторинг результатов обучения;

2) информационно-методическое обеспечение учебного процесса, предоставление доступа к информационно-образовательным ресурсам, технологиям создания, поиска, сбора, анализа, обработки, хранения информации;

3) реализация автоматизированного обучения в специальных программах с предоставлением средств размещения и хранения учебно-методических материалов образовательного процесса;

4) организация дистантного взаимодействия участников образовательного процесса.

Применительно к обучению аудированию информационно-образовательные среды позволяют [4, 5 и др.]:

1) формировать и совершенствовать навыки и умения аудирования аутентичных текстов;

2) пополнять активный и пассивный словарный запас;

3) знакомить обучаемых со страноведческими реалиями, в частности, с особенностями культуры, речевого поведения, традициями страны изучаемого языка;

4) формировать и совершенствовать другие речевые навыки и умения (чтения, письма, говорения) при взаимосвязанном обучении видам РД;

5) расширить возможности самостоятельной работы над аудированием;

6) повысить мотивацию к изучению иностранных языков;

7) формировать индивидуальные образовательные траектории с учетом индивидуальных особенностей и уровня владения языком.

Развитие открытых образовательных сред привело к появлению понятия «персональная образовательная среда» как совокупности «информационно-коммуникационных технологий, предоставляющих возможность обучаться дистантно всем желающим, а преподавате-

лям – разрабатывать открытые учебные курсы, размещать их в сети Интернет и взаимодействовать с коллегами и партнерами» [3].

Возможность создания такой персональной образовательной среды дает приложение *Google Classroom*, бесплатный сервис для учебных заведений, который позволяет любому пользователю, имеющему аккаунт *Google*, создать свой учебный класс [6]. Его несомненными достоинствами как персональной среды, базирующейся на сетевых технологиях коллективного сотворчества, являются доступность, открытость, полимедийность, персонифицированность, возможность встраиваться в учебные проекты.

Google Classroom позволяет преподавателю создавать учебные курсы по разным предметам, уровням сложности, делить материалы внутри курса на темы (рис. 1). В обучении аудированию важным является возможность размещения аудио- и видеоматериалов, ссылок на интернет-ресурсы, в частности подкасты.

Рис. 1. Графическое представление курсов в *Google Classroom*

Интеграция *Google Classroom* с *Google*-формами позволяет создавать задания и тесты с различными вариантами ответов и устанавливать сроки выполнения заданий (рис. 2).

Разработанный нами на базе *Google Classroom* курс обучения аудированию для самостоятельной работы студентов содержит структурированный по модулям материал. Внедрение смешанного обучения на данной платформе дает возможность увеличить количество времени, уделяемого аудированию, вынести часть заданий на аудирование на самостоятельную работу; дифференцировать работу над аудированием в зависимости от уровня сформированности навыков и умений данного вида РД у студентов одной и той же группы, подбирая аудиоматериалы и создавая задания разного уровня сложности.

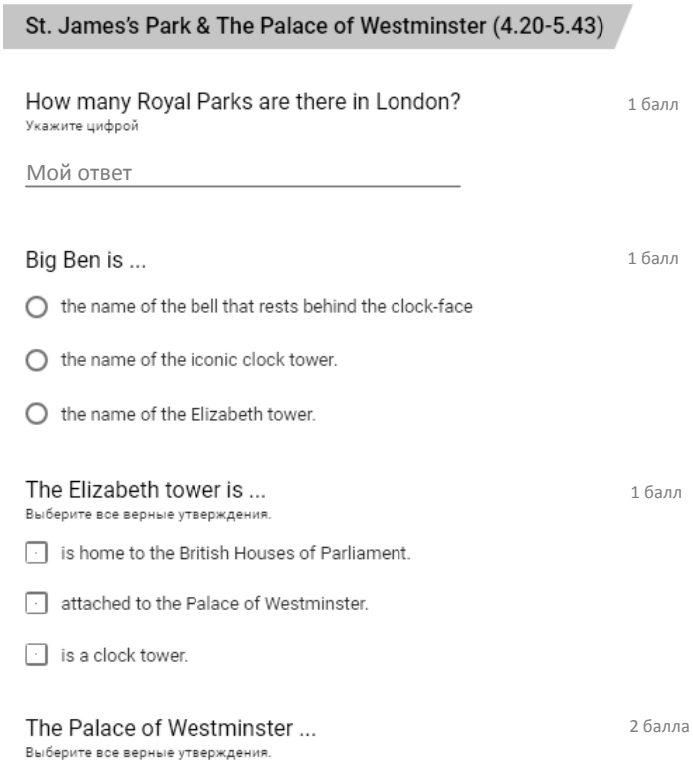


Рис. 2. Примеры типов заданий

Значительно облегчается контроль выполнения и отслеживание учебных достижений студентов. Преподаватель может легко отследить, кто выполнил задание, а кто еще не приступил к его выполнению, получить сводную таблицу результатов, а также просмотреть статистику в целом, по отдельным студентам и заданиям, вернуть студенту неудовлетворительно выполненную работу на доработку. При этом все материалы курса хранятся в структурированном виде в папках на *Google*-диске, что делает их доступными в любом месте при наличии Интернета (рис. 3).

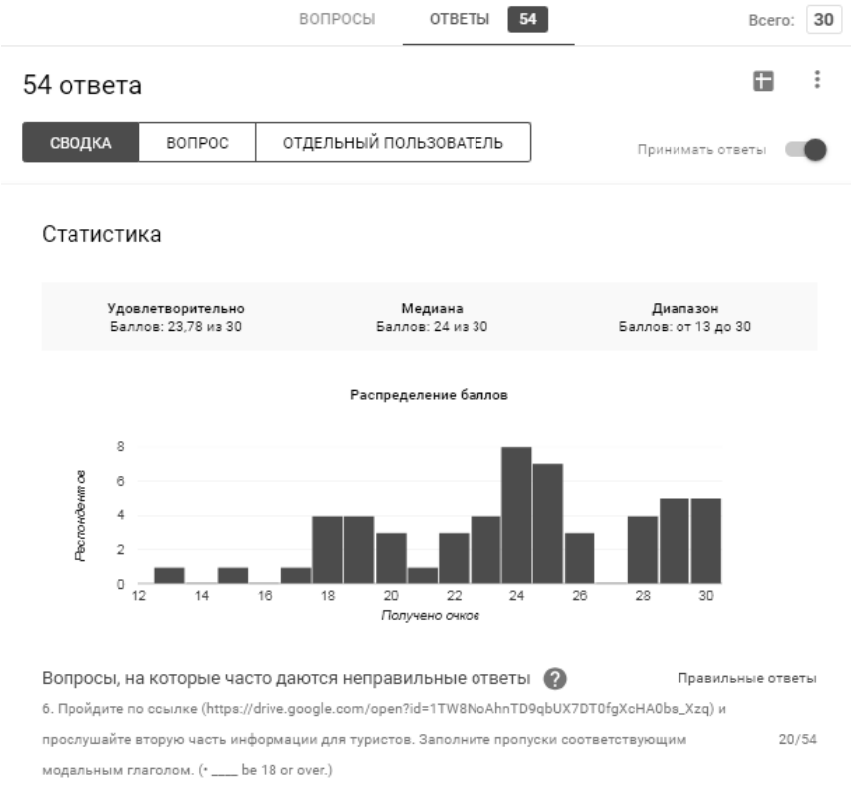


Рис. 3. Просмотр статистических данных в *Google Classroom*

Google Classroom позволяет также создать персональную образовательную среду не только преподавателю, но и студенту. Студент получает возможность выполнять задания на любом мобильном устройстве, включая смартфон, в любом месте и в любое время; работать в своем индивидуальном темпе и, если это позволяет задание, возвращаться к его выполнению неограниченное количество раз, работая над ошибками; отслеживать свои результаты; общаться с преподавателем и другими участниками курса в разном формате (рис. 4).

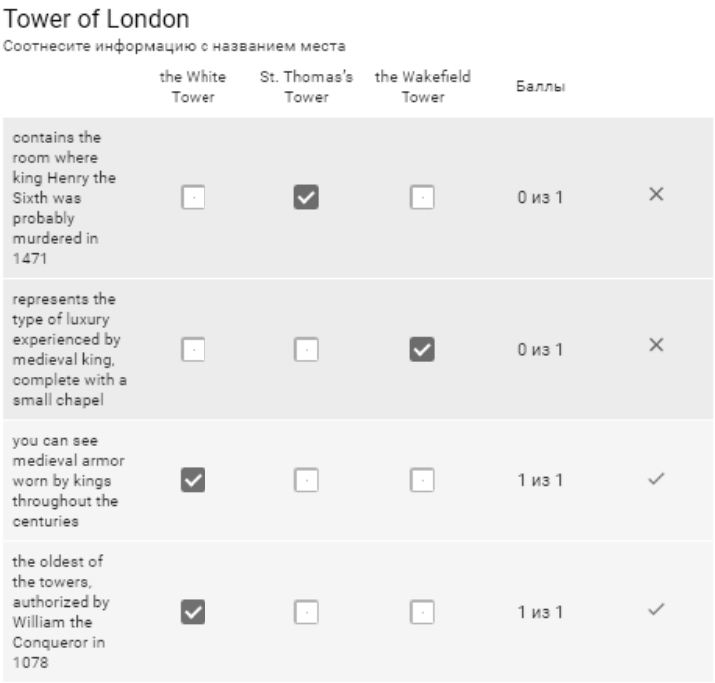


Рис. 4. Просмотр результатов выполнения задания студентом

В задания на аудирование включены вопросы для отслеживания индивидуального прогресса студента. Студента просят ответить на вопрос, сколько раз ему пришлось прослушать аудиотекст для выполнения заданий и оценить время выполнения заданий. Как показывают эти опросы, уже с 4-й недели регулярной работы наблюдается положительный сдвиг, и он становится значительным к 16-й неделе даже у студентов со стартовым низким уровнем аудитивной компетенции.

Таким образом, платформа *Google Classroom* как сетевая технология, позволяющая организовать постоянный и повсеместный доступ к образовательному контенту, дает возможность преподавателю расширить и организовать самостоятельную работу студентов над аудированием с учетом их индивидуального уровня и возможностей, а студенту стать активным участником образовательного процесса, строящим свою индивидуальную образовательную траекторию.

Список литературы

1. *Цыбанева, В. А.* Модульное обучение иноязычной аудитивной компетенции студентов-лингвистов : дис. … канд. пед. наук. – Пятигорск, 2009. 185 с.
2. *Чайникова, Г. Р.* Концепция сетевого курса для изучения грамматики английского языка в вузе // Вестн. Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. Проблемы языкознания и педагогики. – 2016. – № 1. – С. 101–108.
3. *Стрекалова, Н. Б.* Управление качеством самостоятельной работы студентов в открытой информационно-образовательной среде : дис. … д-ра. пед. наук. – Самара, 2017. – 588 с.
4. *Володин, А. А.* Дидактические свойства и функции технологии подкастинга // Изв. ТулГУ. Гуманитарные науки. – 2013. – № 2. – С. 378–384.
5. *Сысоев, П. В.* Подкасты в обучении иностранному языку // Язык и культура. – 2014. – № 2 (26). – С. 189–201.
6. Справка – Класс. – URL: https://support.google.com/edu/classroom/ (дата обращения: 13.03.2019).

T. Yu. Repina, Senior Lecturer of the Department “English Language”
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
Tel. (3412) 77-60-55, e-mail: rtutat@mail.ru

Mood and Modaliy Aspects

The goal of the article is to define the major paths of marking of mood and modality notions and determine how and why particular grammatical meanings arise in this domain and the Udmurt language is represented as the subject of the research and might be of certain help to foreign students wishing to learn the language.

The grams included are those traditionally associated with modality – indicating obligation, probability and possibility; and those which are traditionally associated with mood – imperative, optative, conditional and subordinate verb forms. It is necessary to mention that the same gram might express two or more of these senses.

Keywords: mood; modality; imperative; optative; grammaticization; agent-oriented; speaker-oriented; epistemic and subordinating; hortative; admonitive; permissive.

There exists a conventional definition of the notion modality as it is the grammaticization of speaker’s subjective views and opinions.

© Repina T. Yu., 2019

4 types of modality are usually distinguished: agent-oriented, speaker-oriented, epistemic and subordinating [1].

Agent-oriented modality reports the existence of internal and external conditions on an agent with respect to the completion of the action expressed in the main predicate. This kind of modality is a part of the propositional content of the clause and thus would not be considered a modality in most frameworks. AOM can be expressed by lexical and grammatical morphemes, its semantically specific notions are 1) *obligation* (reports the existence of external, social conditions compelling an agent to complete the predicate action, the obligation might be strong – must and weak – should); 2) *necessity* (reports the existence of physical conditions compelling an agent to complete the predicate action – need), 3) *ability* (reports the existence of internal enabling conditions in the agent with respect to the predicate action – can), 4) *desire* (reports the existence of internal volitional conditions in the agent with respect to the predicate action – would).

Agent-oriented modalities can also be used in directives – utterances that are intended not to report, but elicit action. These uses are still considered to be within the domain of modality as they are involved in creating the obligation or granting the permission, so these are subjective uses.

Speaker-oriented modality is meant to include all types of "utterances which impose, or propose some course of action or pattern of behavior and indicate that it should be carried out". These are directives that include commands, demands, requests, entreaties and warnings, exhortations, recommendations as well as utterances in which the speaker grants the addressee permission. SOM do not report the existence of conditions on the agent, but rather allow the speaker to impose such conditions on the addressee.

The grammatical terms used in the study are:

Imperative: the form used to issue a direct command to a second person:

Prohibitive: a negative command;

Optative: the wish or hope of the speaker expressed in a main clause;

Hortative: the speaker is encouraging or inciting someone to action;

Admonitive: the speaker is issuing a warning;

Permissive: the speaker is granting permission.

Epistemic modality applies to assertions and indicates the extent to which the speaker is committed to the truth of the proposition. The total commitment to the truth of the proposition is the domain in these sentences and markers of epistemic modality indicate something less than a total commitment by the speaker to the truth of the proposition: **possibility** – indicates that the proposition may possibly be true (*may)*; **probability** – indicates a greater likelihood that the proposition is true than possibility

does (*should)*; **inferred certainty** – strongly implies that the speaker has good reason for supposing that the proposition is true (must).

Subordinating moods can be expressed by the same forms as the speaker-oriented and epistemic modalities but these are used in certain types of subordinate clauses (complement, concessive and purpose clauses). These are sentences containing special finite verb forms that become associated with certain types of subordinate clauses and focused on expressing above mentioned subordination.

The fact has also been revealed that AOM are rarely inflectional in the form whereas the rest of the three modalities very frequently are. It suggests a diachronic scenario of their development: AOM grammaticise and develop into the other inflectional ones. One more fact here seems to be interesting: *modality is the conceptual domain and mood is its inflectional expression.*

Ways of agent-oriented modalities – auxiliaries, grammarticizied auxiliaries, particles, lexical sources

It also can be declare that agent-oriented grams have multiple diverging paths of development.

The development of epistemic and speaker-oriented senses are independent developments and the use of these modality grams in subordinate clause grow out of their use in epistemic and speaker-oriented senses for which they are appropriate depends on their epistemic and speaker-oriented senses that they have already developed [1].

As we are interested in imperative meanings, here is a more detailed look upon this [2]:

1. Udmurt imperative paradigm traditionally includes only 2Sg (zero marked) and 2Pl (marked-e/-le/-ele) direct imperatives. In my opinion, I would also include the forms of 1Pl, 3Sg, 3Pl.

2. There are no specific for the imperative only grammatical categories in the Udmurt language

3. Indicative Present 3Sg forms may coincide with Imperatives: e.g. he/she/it writes/ is writing гожъя vs write! Гожъя 2Sg; he/she/it goes/is going мынэ vs go! Мынэ 2Pl. Only the stressed first syllables of the imperative forms can distinguish these words. Another examples: We will go to town tomorrow (Future Simple expressing plans) vs Let's go to town tomorrow (expressing desires, intentions) are quite similar , in Udmurt the verb used in both sentences is in 1Pl Future: Чуказе каре *мыном(ы)*. The interpretation of the situation can be cleared only in the speech act.

4. Analytic imperatives are quite frequent in Udmurt: first of all, prohibitives are formed with the auxiliary эн+imperative verb (2Sg, 2Pl), also 1Pl, 3Sg, 3Pl positive imperatives take a causative auxiliary мед/let

him/us/them. Besides, numerous imperative expressions are formed like: a non-finite verb form +a modal auxiliary кулэ/яра must/may/need accordingly. In addition, negative admonitives and hortative take negative auxiliaries: кулэ овол must not/no need…, уг яра must not/may not.

5. Thus, Udmurt includes the following person /number imperative paradigm: 2Sg – 2Pl – 3Sg – 1Pl – 3Pl. The core of the paradigm is synthetic 2Sg – 2Pl, the rest are analytic forms. There is the parallel negative paradigm as well (see 4).

6. The Udmurt imperative paradigm does not attest dual forms or any other specific ones. The feature of the language lies in the use of analytic expressions (see 4).

7. Imperative expressions may vary in Udmurt beginning from direct imperatives 2Sg – 2Pl up to various analytic constructions. Their distribution depends on the speech roles of the participant(s) and their presence/absence and their quantity in the speech act; the social status of the participants, etc. The less formal the situation, the less analytical is the imperative and vice versa.

8. At least Udmurt core imperatives preserve the morphological categories characteristic of indicatives: aspect, voice morphemes +person/number. The explanation can be the fact that Udmurt is an agglutinative language and the previous mentioned affixes make a string connected one after another and are closer to the root of the verbal lexeme than the imperative endings which finishes the formation of an imperative verb.

9. The stress and prosody distinguish imperatives in Udmurt: the first syllable of the verbal lexeme and the negative auxiliary are stressed and pronounced in higher tone. Compositionally imperatives perform a stem (including all other aspect/voice affixes) of the verb for 2Sg and for 2Pl the same+person/number markers (see 1).

Nowadays it must be admitted that worldwide globalization process has also touched the language and its speakers. Earlier Udmurt had only core imperatives (see 1) as it was enough to give commands, directions, instructions, etc. in a family/village circle and there was no need to be too much polite. But these days Udmurt is trying to conquer higher levels and keep communication with other new different societies. That's why the language is trying to keep up to the demands of the world. The result of this process is that Udmurt is adopting various non-imperative constructions (analytic constructions such as non-finite verb+modal verb, subordinating clauses, etc.) to convey the imperative sense.

10. The prohibitive imperative paradigm is parallel to the positive one (see 4). Prohibitives are formed with the auxiliary эн+imperative verb (2Sg, 2Pl). 1Pl, 2Sg, 2Pl 3Sg, 3Pl may also be performed in the prohibitive para-

digm pre-positionally accompanied by a negative causative auxiliary меда-м/меда-д/меда-з - let us not/you not/him not, them not accordingly. Negative admonitives and hortative take negative auxiliaries: кулэ овол must not/no need…, уг яра must not/may not +a non-finite verb form.

11. There is no vocative case in Udmurt and specific vocative markers either.

References

1. *Bybee, Joan*. The evolution of Grammar: tense, aspect and modality in the languages of the world / Joan Bybee, Revere Perkins, William Pagluca. – The University of Chicago Press. – Chicago and London, 1994. – Pp. 176–190.

2. *Репина, Т. Ю*. Морфосемантический анализ удмуртских императивных конструкций // Языковые контакты народов Поволжья X: актуальные проблемы нормативной и исторической фонетики, грамматики, лексикологии и стилистики : сб. ст. – Ижевск : Издат. центр «Удмуртский университет», 2017. – С. 268–277.

Содержание

Секция 1. ИНТЕРНАЦИОНАЛИЗАЦИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Айзикович А. А., Рычина Н. А. Характеристика выпускных квалификационных работ специальности «Прикладная информатика» 3

Архипова Е. И., *Крылов Э. Г.* Система подготовки преподавателей неязыковых дисциплин к реализации образовательных программ на английском языке в вузе 7

Ахмедзянов Э. Р., *Жуйкова О. В.* Применение технологии 3D-печати в учебном процессе по дисциплинам «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика» 12

Багровникова А. Н., *Багровникова С. В.* Концептуальные положения устойчивого развития системы инженерного образования 17

Ватолкин М. Ю. О преподавании дискретной математики на специальности 09.02.05 «Прикладная информатика» 24

Возмищева Т. Г. Фундаментальные знания и информационные технологии в научно-исследовательской работе студентов в техническом университете 31

Гареев А. А. О профессионально ориентированных учебных блогах и решении с их помощью дихотомии «внутренняя – внешняя мотивация» 36

Груздь С. А., *Смирнова Н. А.* Алгоритм получения индивидуальных заданий по математической статистике для самостоятельной работы студентов 41

Исаков В. Г., *Абрамова А. А.*, *Дягелев М. Ю.*, *Непогодин А. М.* Унификация учебных планов для дисциплин гидрогазодинамического цикла 43

Искандерова А. Б. Сюжетные задачи в дисциплинах математического цикла как средство формирования общепрофессиональных компетенций студентов бакалавриата технического вуза 47

Клековкин В. С., *Гольцова О. Б.* Управление взаимоудовлетворенностью участников образовательного процесса 51

Колесникова Л. Н., *Попова Е. И.* Продвижение STEM-образования для молодых людей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) по слуху 55

Королева Т. Г., *Груздь С. А.* Уровни освоения компетенции 61

Красавина Ю. В., *Пономаренко Е. П.*, *Серебрякова Ю. В.*, *Жуйкова О. В.* Выявление особенностей восприятия визуальной информации студентами с нарушениями слуха 66

Лисина Е. Б., *Селюнина Н. В.*, *Светлакова В. А.*, *Дюпина Д. А.*, *Иванова О. А.* Информационные технологии для обучения охране труда 71

Михалкин В. С. Двуязычные терминологические словари как дидактический инструмент интернационализации инженерного образования 76

Поздеева А. С. Кураторская деятельность как фактор повышения качества образования 81

Пушина Н. Н., *Волкова И. О.*, *Камашева А. А.* Опыт внедрения системы сбалансированных показателей в вузах 85
Рябчиков А. В., *Чукавина С. И.* Инструменты и методы привлечения иностранных абитуриентов на образовательные программы ИжГТУ имени М. Т. Калашникова 89
Рябчиков А. В., *Еленский А. В.* Проблемы и перспективы реализации иноязычных образовательных программ в университете 102
Санников М. А. Педагогические условия формирования информационной компетентности студентов технического вуза 106
Севастьянов Б. В., *Шадрин Р. О.*, *Светлакова В. А.*, *Осмачко У. А.*, *Никитина О. Ю.* Применение VR-технологий в обучении охране труда 110
Семин Ю. Н. Концепция и технология создания экспертно-обучающей педагогической системы 113
Перминова О. М., *Старцева Е. А.* Стратегия профориентационной работы в вузе как основа повышения качества формирования профессиональных компетенций 123
Перминова О. М., *Лисина Е. Б.*, *Шулакова Е. В.*, *Селюнина Н. В.* Формирование программы подготовки магистров направлений 38.04.02 «Стратегический менеджмент» и 20.04.01 «Техносферная безопасность» на основе оценки уровня сформированности профессиональных компетенций 129
Тарануха Н. Л. Подготовка инженеров будущего в Ижевском государственном техническом университете имени М. Т. Калашникова 134
Торопова Н. А. Мониторинг здоровьесбережения как фактор качества образования 140
Троянская А. И. Стилистические особенности рефлексии студента технического университета 146
Штоллманн В., *Морongова Я.* Оценка сотрудничества между ИжГТУ имени М. Т. Калашникова и Техническим университетом в г. Зволен 150
Al Akkad M. Aiman. Inclusion of Machine Learning Discipline in Higher Education Curricula 153
Grakhov V. P., *Kislyakova Yu. G.*, *Simakova U. F.*, *Saidova Z. S.* Inclusive Education in Kalashnikov Izhevsk State Technical University 160

Секция 2. IT-ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ
Blagodatsky G. A., *Gorokhov M. M.*, *Vologdin S. V.*, *Perevedentcev D. A.* Artificial Intelligent Algorithm of the Knowledge Base Training of the Expert System in a Poorly Formalized Problem Environment 166
Koroleva M. R., *Gizzatullina A. F.*, *Zorina E. K.*, *Mishchenkova O. V.* Modeling the Supersonic Gas Flow Over a Missile 182
Lozhkin A. G., *Grebnev S. N.*, *Trubitsin A. A.*, *Popov A. A.* On the Possibility of Analytical Calculations of Complex Curves 190
Sitnikov V. V., *Lyuminarskiy V. V.* Application of Machine Vision Systems in Industry and Analysis of Images Biological Objects 196

Sitnikov V. V., *Lyuminarskiy V. V.* The Review of Objects Recognition Methods Used in Computer Vision Systems 200
Strokanev K. S., *Korobeynikov A. V.*, *Stepanov V. A.* Photoplethysmography System for Video of Face Using Eulerian Video Magnification 206
Sufiyanov V. G., *Rusyak I. G.*, *Dozorov O. V.*, *Novikov A. V.* Designing a Charge Using CAD KOMPAS-3D and Technology Simulation of Physical Processes in Real Time 213
Vavilova D. D., *Ketova K. K.*, *Kasatkina E. V.* Application of Genetic Algorithm for Adjusting the Structure of Multilayered Neural Network for Prediction of Investment Processes 223
Vologdin S. V., *Shuravin A. P.*, *Korepanov A. V.*, *Blagodatskiy G. A.* Research and Optimization of Multilevel Centralized Heat Supply Using System-Oriented Approach 233

Секция 3. ИНДУСТРИЯ 4.0, МАШИНОСТРОЕНИЕ И МЕХАТРОНИКА
Абрамов И. В., *Турыгин Ю. В.*, *Абрамов А. И.* Опыт подготовки магистров по направлению 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова 244
Жданова Л. И. Строение и биологическая активность некоторых ацилдиэтилентриамидов фосфорной кислоты 250
Котельников М. А., *Щенятский А. В.* Расчет и сравнительный анализ чувствительного элемента навигационных приборов 255
Красильников С. Н., *Чепикова Т. П.* Моделирование лабораторных стендов для исследования ременных передач 261
Михайлов Ю. О., *Тепин Н. В.*, *Храбров В. А.* Разработка технологии объемной штамповки с использованием программного комплекса QFORM 267
Михайлов Ю. О., *Осетров В. Г.*, *Щенятский А. В.*, *Слащев Е. С.* Способ регулирования осевого зазора в узле с подшипниками качения 271
Морозов С. А., *Морозов А. С.* Эффективный способ изготовления зубчатых колес, шестерен и шкивов 276
Морозов С. А., *Морозов А. С.* Методика обработки и систематизации информации для ее лучшего понимания и запоминания 281
Никитин Ю. Р., *Божек П.*, *Пиварчикова Е.* Разработка диагностической модели привода в пространстве состояний 287
Николаев А. В., *Богатырев А. С.* Программный модуль обработки правил сравнения значений регистров КИП с эталонными значениями 292
Плеханов Ф. И., *Пушкарев И. А.*, *Пушкарева Т. А.* Структурный анализ способов повышения нагрузочной способности планетарных передач 297
Романов А. В., *Никитин Ю. Р.*, *Трефилов С. А.*, *Абрамов А. И.*, *Абрамов И. В.*, *Турыгин Ю. В.* Программно-аппаратный комплекс диагностирования приводов мобильных роботов 303
Севастьянов Б. В., *Шадрин Р. О.*, *Кайшева Т. А.*, *Иванов М. В.* Структурно-логическая модель внедрения системы управления охраной труда на предприятии 307

Сивцев Н. С., *Погудин С. А.* К вопросу моделирования трения в процессах обработки пластическим деформированием.....311
Соболев В. Вал., *Соболев В. В.* Сопоставление оптических спектров силицида магния и кремния.....317
Шемякина Э. Х. PLM как компонент концепции «Индустрия 4.0».....323
Щенятский А. В., *Башарова А. А.* Влияние физико-химических методов обработки на макро- и микрогеометрию изделия из кварцевого стекла.....329
Шиляев С. А., *Костяев В. И.*, *Лукин А. О.* Аналитическое определение кинематического условия работы технологической пары «инструмент – деталь» при винтовом мгновенном относительном движении.....339
Ahmetgaraeva E. I. Methods of Billing Metal Surfaces.....345
Ahmetgaraeva E. I. Metals for the Manufacture of Artistic Products with Engraved Surfaces on CNC Machines.....349
Akkad M. A. Al, *Moheb Rami Attia, Yousef Al-Ayashi B. S.* Design and Simulation of an 8-Bit RISC Microprocessor.....353
Akkad M. A. Al, *Gazimzyanov F. F.* Automated System for Evaluating 2D-Image Compositional Characteristics: Configuring the Mathematical Model.....358
Dzuriš M., *Harťanský R.* Network Analyzer Calibration Problem.....365
Ekhsayem D. O. Strain Analysis of Solid Bodies.....370
Harťanský R., *Mierka M.* New Method of One-Component Force Measurement.....376
Kucharovič M., Solovyov M., Gömöry F. Creating and Modeling a Magnetic Invisibility Cloak.....381
Maksimova Y. The Automatic Fire Extinguishing in a Big Shopping Mall.....388
Muravev V. V., *Tapkov K. A.* Strain-Stress Modeling of Crack in a Rail.....393
Surkovky O., *Stollmann V.* Alternative Fuel Kinds for Forestry Mechanisation.....398

Секция 4. ЭЛЕКТРОНИКА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ
Ибрагимов Б. Г., *Джафарова Э. М.* Анализ методов информационной безопасности в системах телекоммуникаций с использованием квантовой криптографии.....404
Копысов А. Н., *Никитин М. Л.*, *Хворенков В. В.*, *Климов И. З.* К исследованию способов повышения помехоустойчивости широкополосных сигналов в мобильных сетях широкого применения.....410
Трифонова Е. С., *Глушков В. А.* Концепт распределенной автоматизированной системы генерации и потребления ЭЭ с механическим накопителем энергии и его оценка в условиях РФ.....415
Шиляев С. А., *Копысов А. Н.*, *Хворенков В. В.*, *Костяев В. И.* К вопросу о подготовке кадров для предприятий радиоэлектронной промышленности на примере ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» и АО «ИЭМЗ «Купол».....421

Шишаков К. В. Направления образовательной деятельности малой базовой кафедры с многопрофильной корпорацией (на примере ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова и ООО «Корпорация «Аксион») 426
Kaysina I. A., *Vasiliev D. S.*, *Abilov A. V.*, *Kaysin A. E.* Analytical Study of Quality of Service in Flying Ad Hoc Network (FANET) Based on Free-Space Model 434
Manchenko I. V., *Balashov A. V.*, *Ushakov P. A.* Research of the Influence of Fractal Capacity of the Element with Fractal Impedance on the Parameters of Fractional Order Self-Oscillator 438
Stoichev S. V., *Ushakov P. A.* The Concept of the Program Complex Analysis and Synthesis of Elements with Fractal Impedance Based on Two-Dimensional RC-EDP 444

Секция 5. СТРОИТЕЛЬСТВО, ДИЗАЙН, ЭНЕРГЕТИКА И ЖКХ
Гудкова П. И., *Чепикова Т. П.*, *Красильников С. Н.* Анализ качества питьевой воды в городе Чайковском Пермского края 450
Дедюхова П. А., *Тарануха Н. Л.* Проблема влияния точечной застройки на существующие здания и сооружения и пути ее решения 454
Исаков В. Г., *Абрамова А. А.*, *Непогодин А. М.* Зеленые технологии в очистке поверхностных и сточных вод объектов ЖКХ 460
Пушкарев А. Э., *Пушкарева Л. А.* Проект утилизации тепла подземной автостоянки 465
Семакина Н. В. Электронный курс повышения квалификации в сфере строительства и ЖКХ 470
Хворенков Д. А., *Варфоломеева О. И.* Расчет влажностного режима материалов дымовых труб для выбора режима эксплуатации котельных установок 476
Черных М. М., *Останина П. А.*, Систематизация стратегий получения 3D-модели изделия с фактурной поверхностью 482
Якушев Н. М., *Иванова А. В.*, *Баженова Т. Р.*, *Ключникова О. Н.* Актуальные проблемы реформы ценообразования в строительстве 489
Mukanova A. G., *Lozhkin Yu. V.* Design and Technology of Manufacturing a Set of Decorative Products from Wood and Glass 498
Didenko V. N., *Isaev A. V.*, *Uzakov N. D.* Comparison of Heat Losses in Mesophilic and Thermophilic Anaerobic Digestion Mode 503

Секция 6. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАУК И ЛИНГВИСТИКИ
Архипова Е. И. Разработка и реализация компетентностно-ориентированных рабочих программ дисциплин по иностранному языку при обучении магистрантов в техническом вузе 508
Бармина Н. А., *Загоруйко И. Н.*, *Волкова Д. А.* Особенности обучения профессионально ориентированному и художественному переводу с применением мультимедийных технологий 513

Безносова М. И., *Галиахметова А. Р.* Социокультурная и академическая адаптация иностранных обучающихся как необходимое условие экспорта российского образования 519
Воловик И. В., *Малышонков И. О.* Социально-философские аспекты инженерного образования 526
Галиахметов Р. А., *Пушина Н. Н.* Внедрение системы KPI как фактор повышения эффективности труда в вузе 530
Иванова И. Б., *Ефремов А. В.* Сравнительный анализ нотаций описания бизнес-процессов в ВКР 534
Калинкина Г. Е., *Куликов В. А.* Опыт формирования программы «Коммерциализация инноваций в области информационных технологий» для магистерской подготовки 540
Корецкий В. П. Этика и «нравственный кодекс» ученого в сфере образования 544
Краснова Т. А., *Волменских Е. В.* Семантическое переосмысление компьютерных терминов в современном языке 549
Кузнецова А. Г., *Хоменко Е. Б.* Актуальные вопросы экономической безопасности предприятия в техническом образовании 553
Кузнецов А. Л., *Колесникова А. А.* О происхождении корпоративной социальной ответственности бизнеса 558
Матвеева И. В., *Хоменко Е. Б.* Сценарии развития информационно-аналитической поддержки малых предприятий 566
Линдр Ярослав. Взаимоотношение вклада и качества преподавания социальных наук в техническом университете 573
Марчини Э. Н. Лингвистическая безопасность в современной России 578
Никифорова Т. А., *Шихов Ю. А.*, *Шихова О. Ф.* Траектория развития иноязычной коммуникативной компетенции в контексте применения новых образовательных технологий 587
Пономаренко Е. П., *Иванова А. Л.* Методы интерактивного обучения деловому английскому языку как средство формирования языковой личности студентов технического вуза 592
Тихонов Г. М. Внешние и внутренние факторы формирования состояния одиночества у студентов 598
Чайникова Г. Р. Использование платформы Google Classroom для обучения аудированию 606
Repina T. Yu. Mood and Modaliy Aspects 612

Научное издание

ТЕХНИЧЕСКИЕ УНИВЕРСИТЕТЫ:
ИНТЕГРАЦИЯ С ЕВРОПЕЙСКИМИ И МИРОВЫМИ
СИСТЕМАМИ ОБРАЗОВАНИЯ

Материалы VIII Международной конференции
(Россия, Ижевск, 23–24 апреля 2019 г.)

В 2-х томах
Том 1

В редакции авторов

Технический редактор *С. В. Звягинцова*
Корректор *Н. К. Швиндт*
Верстка *Н. В. Паклиной, С. В. Петуховой, С. Е. Фокиной*
Дизайн обложки *Е. А. Рябичевой*

Директор издательства *О. Ю. Каде*

Подписано в печать 08.04.2019. Усл. печ. л. 36,27
Тираж 100 экз. Заказ № 129

Издательство Ижевского государственного технического университета
имени М. Т. Калашникова
Отпечатано в типографии Издательства ИжГТУ. 426069, Ижевск, Студенческая, 7