

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭКОНОМИКА И ОБРАЗОВАНИЕ

Сборник материалов
Всероссийской научно-методической конференции

27–29 декабря 2019 г.

Томск 2019

УДК 62.001.5+330+37(063)
ББК 30.6+65+74л0
С56

С56 **Современные технологии, экономика и образование** : сборник трудов Всероссийской научно-методической конференции / Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 164 с.

ISBN 978-5-4387-0933-6

Сборник содержит научные статьи аспирантов и ученых – участников Всероссийской научно-методической конференции «Современные технологии, экономика и образование», разделенные по научным направлениям: измерительные системы и автоматизация; робототехнические и вычислительные системы; современная энергетика; химические технологии; машиностроение и автоматизация производств; экология и нефтегазовое дело; инженерное предпринимательство и цифровая экономика; физика и ядерные технологии; образовательные технологии.

Материалы сборника представляют интерес для специалистов, исследователей в сфере энергетики, приборостроения, медицинской техники, химических технологий и новых материалов, физики и ядерных технологий, безопасности окружающей среды, машиностроения, автоматизации, робототехники и экономики. Материалы, представленные в сборнике, также будут полезны преподавателям с точки зрения внедрения образовательных технологий в инженерное образование.

УДК 62.001.5+330+37(063)
ББК 30.6+65+74л0

Редакционная коллегия

А.Г. Фефелова, эксперт орг. отдела ИШХБМТ;
Е.А. Покровская, и. о. руководителя орг. отдела ИШФВП;
И.О. Болотина, к. т. н., доцент, зам. начальника орг. отдела ИШНКБ;
И.В. Петлин, к. т. н., начальник орг. отдела ИЯТШ;
А.В. Лукутин, к. т. н., доцент, начальник орг. отдела ИШЭ;
Т.Г. Тен к. г.-м. н., начальник орг. отдела ИШПР;
А.Я. Пак, к. т. н., начальник орг. отдела ИШИТР;
М.С. Петюкевич, к. т. н., начальник орг. отдела ИШНПТ;
И.Ю. Герасимчук, к. пед. н., начальник орг. отдела ШБИП;
Н.В. Шаповалова, начальник орг. отдела ШИП;
И.А. Лариошина, к. т. н., начальник отдела ОРПА НРИИ.

Редакционная коллегия предупреждает, что за содержание представленной научной информации ответственность несут авторы докладов

ISBN 978-5-4387-0933-6

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. Измерительные системы и автоматизация систем управления	7
А.И. Пушкарев, А.И. Прима Измерительно-диагностический комплекс генератора мощных ионных пучков	7
В.А. Пасько, А.И. Солдатов, О.Ю. Завьялова Способ преобразование частоты вращения двигателя-маховика в код	8
П.Н. Дробот, А.С. Молчанов Техника высокотемпературных исследований гальваномагнитных явлений в полупроводниках	11
А.И. Солдатов, О.Х. Ким, А.А. Солдатов, М.А. Костина Универсальный коммутатор	13
А.Д. Обложенко, Е.А. Кочегурова WEB-технологии и тенденции развития SCADA-систем в сфере АСУ ТП	15
А.А. Абуллаель, Д.А. Солдатов, А.А. Солдатов Анализ электрических характеристик датчика термоэлектрического дефектоскопа	17
Ю.Р. Колосова, А.А. Дементьев, А.И. Солдатов Численное исследование теплообмена системы при наличии термического сопротивления контактной пары	19
А.В. Концов, А.И. Солдатов Использование IP-камеры в системе помощи водителю	22
М.А. Костина, Е.С. Солдатова Применение двухчастотного метода зондирования в ультразвуковых локаторах	24
Секция 2. Информационно-вычислительные и робототехнические системы	27
Е.И. Губин Методология подготовки больших данных для прогнозного анализа	27
В.Г. Спицын, Ю.А. Иванова, А.А. Друки Развитие магистерской программы «искусственный интеллект и машинное обучение»	29
Секция 3. Современная энергетика	32
А.А. Андреев, А.В. Барская, Е.А. Шутов Моделирование систем защиты и заземления горнорудного электрооборудования	32
В.В. Беспалов Моделирование продуктов сгорания природного газа увлажненным воздухом	34
Е.П. Грабчак, Е.Л. Логинов Цифровые подходы к управлению оборудованием тепловых электростанций с расширенной компонентой интеллектуального управления параметрами регулирующих устройств	36
М.А. Сурков, Б.В. Лукутин, С.Г. Обухов, И.А. Рахматуллин Опыт реализации совместной магистерской программы в области электротехники	39
В.Е. Губин, А.М. Антонова, В.Ю. Борисов, А.В. Воробьев Анализ эффективности водородной надстройки на АЭС с реактором на быстрых нейтронах	41
Секция 4. Химические технологии и новые материалы	44
В.А. Климёнов, В.А. Юркина Экспериментальное исследование влияния гамма-излучения на 3D-печатные композиционные материалы для космического производства	44

Е.И. Короткова, Е.В. Дорожко, А.С. Гашевская, Е.В. Михеева Исследование электрохимических свойств карбарила на модифицированном углеродными чернилами электроде методом анодной вольтамперометрии.....	46
С.В. Романенко, А.В. Гераскевич, Е.В. Ларионова, А.Н. Пестряков Определение железа (III) в водных объектах методом твердофазной спектроскопии диффузного отражения.....	48
А.А. Дудкина, Т.Н. Волгина, М.А. Гавриленко Определение пищевых синтетических красителей в кисломолочных продуктах методом твердофазной спектрофотометрии	50
Секция 5. Машиностроительные комплексы и автоматизация производств	52
А.Д. Житников, С.В. Ефимов Резервирование каналов передачи данных в системе телемеханики.....	52
А.Ю. Арляпов, А.О. Бознак Снижение остаточных напряжений в наплавленном слое путём его поверхностного пластического деформирования	54
А.М. Малышенко Вывод уравнений кинематики для кривошипно-ползунного механизма на основе структурно-параметрического описания его кинематической цепи.....	57
Секция 6. Экология и техносферная безопасность. Нефтегазовое дело	61
А.С. Канисеев, К.Б. Казакова, В.Н. Телешенко К вопросу компьютеризации анализа результатов специальной оценки условий труда.....	61
К.К. Манабаев Повышение эффективности сбора конденсированных нефтяных испарений из газового пространства резервуаров	63
Т.Е. Ткачук, Ю.Ю. Денисова, Т.Ф. Снигирева Влияние степных пожаров в даурии на альфа-разнообразии фитоценозов.....	66
В.Г. Крец, А.В. Шадрина, Н.А. Антропова Анализ средств закрепления магистральных газопроводов в многолетнемерзлых грунтах и оценка их фактической и нормативно допустимой нагрузок.....	68
А.К. Лукьянов Анализ зарубежного опыта математического моделирования распространения лесных пожаров, как результатов техногенных катастроф.....	70
Н.М. Недоливко, Т.Г. Перевертайло Условия образования отложений сиговской свиты в большехетском нефтегазоносном районе.....	73
Секция 7. Инженерное предпринимательство и цифровая экономика	78
О.В. Килина Развитие цифровой экономики по средствам искусственного интеллекта	78
П.Н. Дробот, А.С. Молчанов Инструментарий и особенности маркетинга инноваций.....	79
К.Б. Казакова, А.С. Канисеев, В.Н. Телешенко Оценка качества коммерциализации разработок в процессе участия в коммуникативных мероприятиях.....	83
С.Н. Попова, И.С. Антонова, И.А. Павлова Возможности интеграции рынков нти, промышленного комплекса и кластеров регионов СФО.....	85
Н.О. Чистякова, И.С. Антонова, А.Б. Жданова Анализ теоретических подходов к развитию концепции глобальной конкурентоспособности регионов	87

О.С. Сыркина, О.А. Нестерова Тенденции развития рынка труда в период цифровизации экономики	90
К.Э. Сантоцкая, О.В. Санфинова Компаративистский подход как фактор обеспечения конкурентоспособности университетов в транзитивном обществе	92
Секция 8. Ядерные технологии и физика высокоэнергетических процессов	94
И.В. Ворончихин, Б.И. Василишин Оценка излучения темных фотонов в магнитном поле специального вида	94
Л.И. Дорофеева, А.П. Вергун Реализация магистерской программы по изотопным технологиям в условиях развития электронной образовательной среды	96
А.Е. Кулагин, А.Ю. Трифонов, А.В. Шаповалов Квазиклассические траекторно-когерентные состояния нелокального уравнения гросса-питаевского с радиальной симметрией	98
Л.А. Святкин, И.П. Чернов Барьеры диффузии водорода на поверхности (0001) альфа-циркония: расчеты из первых принципов	101
Секция 9. Современные образовательные технологии и тенденции развития инженерного образования в России	103
И.Б. Ардашкин, М.В. Нетесова СМАРТ-образование как новая парадигма образования: PRO ET CONTRA	103
Н.В. Барановский Профессиональная подготовка на английском языке магистрантов по направлению теплотехника и теплоэнергетика	105
В.В. Верхотурова Сравнительный анализ российской и зарубежных систем подготовки кадров специалистов для атомной отрасли	107
Н.В. Гусева, Е.Ю. Пасечник, М.В. Козина Опыт выполнения междисциплинарных проектов при подготовке магистрантов по направлениям «природообустройство и водопользование» и «землеустройство и кадастры»	109
И.С. Астафьева Игровые технологии как инструмент гуманитаризации инженерного образования	111
E.D. Ivanchina, I.V. Slesarenko, V.A. Chuzlov Specifics of chemical technology of fuels and high-energy substances science-based course delivered in english	112
П.Я. Крауиньш, В.Н. Дерюшева, Е.О. Французская Проблемы подготовки конструкторов для инновационных производств	114
А.П. Леонов, Е.В. Старцева, Т.В. Усачева, А.Ю. Юшков Подготовка кадров и повышение квалификации сотрудников в области электроизоляционной, кабельной и высоковольтной техники	118
А.М. Лидер, В.В. Ларионов, И.В. Слесаренко, М.А. Соловьев Развитие умений проектной деятельности на раннем этапе инженерно-технической подготовки в университете	118
О.Т. Loyko, I.V. Slesarenko, V.V. Sizov History and philosophy of science course for international PhD students majoring in engineering	121
Д.Ю. Ляпунов, И.В. Слесаренко Использование карточек для запоминания профессиональной терминологии в силовой электронике	124

М.Е. Семёнов, А. Пардала Набор Edumatrix как инструмент для формирования и развития профессиональных компетенций студентов	127
В.А. Серяков, Т.Д. Казакова Современные образовательные технологии при выполнении курсового проекта в виде стартапа	129
А.М. Лидер, И.В. Слесаренко Стратегии самостоятельного изучения грамматических явлений английского языка в научных и академических целях	131
О.В. Санфинова Вопросы проектных технологий в преподавании экономики в системе подготовки бакалавров.....	133
Е.Ф. Полисадова Проблемы функционирования базовых кафедр предприятий и ВУЗов	135
Ю.С. Токарева, М.А. Корякин Практико-ориентированные задачи как способ формирования навыков теоретико-игрового моделирования	138
Л.Б. Трифонова Основные проблемы подготовки по физике в средней школе на основе анализа ГИА и ВПР	140
Н.О. Уфа, И.Б. Ардашкин К вопросу о проблемных аспектах процессов цифровизации в образовании	142
D.A. Shkitov Approach for independent scientific article writing in English.....	145
С.В. Шошин Некоторые особенности организации образовательного процесса при обучении иностранных студентов университета дисциплинам, связанным с экологией.....	147
Е.Г. Языков, Л.П. Рихванов Использование ресурсного потенциала международного научно-образовательного центра «урановая геология» для подготовки магистров профиля «геология месторождений стратегических металлов»	149
П.Ф. Баранов, С.В. Силушкин, Э.И. Цимбалист, А.С. Гордынец Интегративный подход к преподаванию схмотехники аналоговых электронных устройств в программно-аппаратной среде NI ELVIS	151
А.В. Прохоров, С.А. Никифоров, Е.А. Цыденов Подготовка кадров для цифровой электроэнергетики.....	154
Т.Е. Мамонова, Д.А. Булыгин Исследование сверточной нейронной сети небольшой архитектуры для распознавания жестов	157
Е.А. Склярова, Г.В. Ерофеева, Е.С. Шипицына Проблемы высшего образования на современном этапе.....	159
В.В. Верхотурова, Е.С. Сухих, Л.Г. Сухих Влияние режима фракционирования на вероятность локального контроля для рака корня языка	161

СЕКЦИЯ 1. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ГЕНЕРАТОРА МОЩНЫХ ИОННЫХ ПУЧКОВ

А.И. Пушкарев, А.И. Прима

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: aipush@mail.ru

MEASURING AND DIAGNOSTIC COMPLEX OF HIGH-POWER ION BEAM GENERATOR

A.I. Pushkarev, A.I. Prima

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: aipush@mail.ru

***Annotation.** A complex of measuring and diagnostic equipment designed to control the main parameters of high-power ion beams is presented. The complex includes thermal and acoustic diagnostics of the total beam energy and its distribution over the beam cross-section, time-of-flight diagnostics of the ion beam composition. The complex of equipment is designed to control the parameters of technological generators-ions energy 0,1...10 MeV, energy density 0,1...10 J/cm², pulse duration 0,1...10 μs.*

Измерительно-диагностический комплекс включает тепловизионную диагностику распределения плотности энергии по сечению мощного ионного пучка (МИП) гигаваттной мощности [1]. Она также позволяет измерять полную энергию МИП, расходимость МИП при транспортировке до мишени, перемещение ионного пучка в фокусной плоскости в серии импульсов и контролировать режим облучения мишени. Пространственное разрешение составляет 1–2 мм, чувствительность типового тепловизора обеспечивает регистрацию теплового отпечатка за один импульс при плотности энергии выше 0,05 Дж/см². Для корректного использования тепловизионной методики при контроле параметров МИП выполнен анализ влияния радиационных дефектов, электронов, анодной плазмы и др. факторов на нагрев мишени.

Измерительно-диагностический комплекс включает акустическую диагностику параметров импульсных ионных пучков [2]. Она позволяет измерять плотность энергии на мишени, оптимизировать работу ионного диода и контролировать режим облучения мишени при высокой частоте следования импульсов. Чувствительность типового пьезодатчика обеспечивает регистрацию МИП за один импульс при плотности энергии выше 0,5 Дж/см². Тестирование диагностики показало, что при плотности энергии более 2 Дж/см² происходит стабилизация амплитуды сигнала с пьезодатчика из-за плавления поверхностного слоя мишени. Акустическая диагностика не требует дорогостоящих расходных материалов. Время измерения не превышает 0,1 с, поэтому ее можно использовать для быстрой оценки плотности энергии МИП с контролем параметров облучения на каждом импульсе при частоте следования до 10³ имп/с.

Представлена времяпролетная диагностика параметров импульсных ионных пучков [3]. Она позволяет определить основные характеристики МИП сложного состава: состав пучка и абсолютные значения суммарного флюенса ионов, флюенса ионов разной массы и кратности ионизации, энергетический спектр каждого типа ионов. При

контроле параметров МИП не требуется сложное оборудование и длительная обработка результатов измерений.

Выполнен сравнительный анализ систематических погрешностей при контроле воздействия на мишень импульсных ионных пучков гигаватной мощности по плотности ионного тока и по плотности энергии [4]. Показано, что измерение плотности энергии обеспечивает более корректную и полную информацию. Мощный ионный пучок имеет широкий спектр энергии ионов и сложный элементный состав. Измерение плотности энергии МИП позволяет определить интегральное (за длительность импульса) тепловое воздействие всех ионов, не зависящее от их кинетической энергии и степени ионизации.

Выполненные исследования поддержаны РФФИ, грант 19-38-90001.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Isakova Y.I., Pushkarev A.I. Visualization and analysis of pulsed ion beam energy density profile with infrared imaging // *Infrared Physics & Technology*. – 2018. – V. 89. – P. 140–146.
2. Pushkarev A.I., Isakova Yu.I., Xiao Yu, Khailov I.P. Characterization of intense ion beam energy density and beam induced pressure on the target with acoustic diagnostics // *Review of Scientific Instruments*. – 2013. – V. 84. – № 8. – Article number 083304.
3. Pushkarev A.I., Isakova Y.I., Prima A.I. High-intensity pulsed ion beam composition and the energy spectrum measurements using the time-of-flight method // *Laser and Particle beams*. – 2018. – V. 36. – № 2. – P. 210–218.
4. Пушкарев А.И., Исакова Ю.И., Хайлов И.П. Анализ корректности диагностики мощного ионного пучка по плотности ионного тока // *Приборы и техника эксперимента*. – 2015. – № 5. – С. 91–98.

СПОСОБ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ-МАХОВИКА В КОД

В.А. Пасько, А.И. Солдатов, О.Ю. Завьялова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

Томский университет систем управления и радиоэлектроники
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: paskovasiliy@mail.ru

METHOD OF CONVERSION OF THE FLYWHEEL SPEED INTO THE CODE

V.A. Pasko, A.I. Soldatov, O.Yu. Zavialova

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin
str., 40, 634050

E-mail: paskovasiliy@mail.ru

***Annotation.** The conversion of the flywheel speed into a code is an important task for controlling the main characteristics in the system of orientation and stabilization of spacecrafts. Existing methods of conversion do not provide necessary speed and accuracy in the operation of the system. Solution to the problem is proposed by simple trigonometric transformations. The principle of constructing, an algorithm of its operation, means of implementation such system is considered.*

Во время управления двигателем-маховиком (ДМ) его скорость вращения может изменяться в большом диапазоне от крайнего положительного до крайнего

отрицательного значения, принимая в том числе нулевое и околонулевые значения. Для контроля угловой скорости ДМ используются сигналы, формируемые синусно-косинусным датчиком положения ротора. Одной из задач при работе с этим сигналом является его преобразование в цифровой код с формированием знака направления скорости вращения. Применение известных способов прямого и обратного счета [1] в данном случае сопряжено с появлением больших временных интервалов преобразования в околонулевой области скоростей вращения, в результате чего их применение становится невозможно.

Данную проблему предлагается решить суммированием частоты f_x с фиксированной опорной частотой f_0 , что позволит ограничить максимальный временной интервал кодирования.

Функциональная схема предложенного преобразователя (рисунок 1) содержит синусно-косинусный датчик положения ротора (ДПР), аналогово-цифровые преобразователи (АЦП1, АЦП2), ПЛИС, включающая преобразователь частоты (ПЧ); синусно-косинусный генератор опорной частоты (ГОЧ), формирователь кода периода (ФКП) и flash-память.

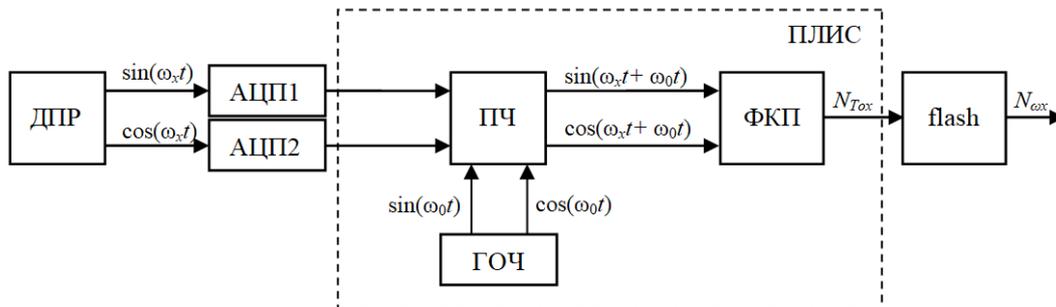


Рис. 1. Функциональная схема преобразователя частота-код

Сигналы ДПР $\sin(\omega_x t)$, $\cos(\omega_x t)$ поступают на входы АЦП, оцифровываются и передаются в ПЛИС, где увеличиваются на опорную частоту. ГОЧ, реализованный в ПЛИС, формирует сигналы $\sin(\omega_0 t)$, $\cos(\omega_0 t)$, которые используются для формирования сигналов $\sin(\omega_x t + \omega_0 t)$, $\cos(\omega_x t + \omega_0 t)$ с помощью тригонометрических преобразований [2] согласно выражениям:

$$\begin{aligned} \sin(\omega_x t + \omega_0 t) &= \sin(\omega_x t)\cos(\omega_0 t) + \sin(\omega_0 t)\cos(\omega_x t); \\ \cos(\omega_x t + \omega_0 t) &= \cos(\omega_x t)\cos(\omega_0 t) - \sin(\omega_x t)\sin(\omega_0 t). \end{aligned}$$

При переходе сигналов $\sin(\omega_x t + \omega_0 t)$, $\cos(\omega_x t + \omega_0 t)$ через нуль формируются импульсы короткой длительности, которые перезапускают цикл счета ФКП. ФКП подсчитывает количество импульсов тактовой частоты за временной промежуток между двумя импульсами короткой длительности, в результате чего на его выходе формируется код периода N_{Tox} преобразованных сигналов. Полученный код является адресом ячейки flash-памяти, в которой содержатся возможные значения кодов частоты N_{ox} . В результате считывания данных из ячейки на выходе ПЛИС формируется 16-разрядный код частоты вращения ДМ.

Алгоритм формирования сигнала знака скорости вращения (ЗСВ) при реверсе ДМ показан на рисунке 2.

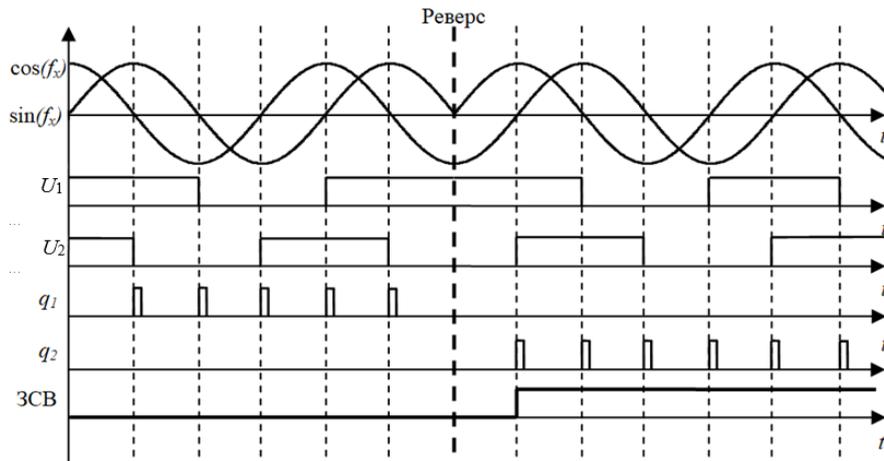


Рис. 2. Алгоритм определения сигнала «ЗСВ»

При помощи цифровых компараторов сигналы $\sin(\omega_x t)$, $\cos(\omega_x t)$ преобразуются в прямоугольные сигналы U_1 и U_2 . В моменты изменения сигнала U_1 его значение сравнивается со значением сигнала U_2 , а при изменении сигнала U_2 его значение сравнивается со значением сигнала U_1 . При положительном значении кинетического момента передний фронт сигнала U_1 попадает в единицу, а задний фронт в нуль сигнала U_2 . В случае изменения сигнала U_2 его передний фронт попадает в нуль, а задний фронт в единицу сигнала U_1 . В случае выполнения этих условий происходит формирование сигналов короткой длительности q_1 . При отрицательном значении кинетического момента условия для сигналов U_1 и U_2 меняются и происходит формирование сигналов короткой длительности q_2 . При появлении сигнала q_1 сигналу «ЗСВ» присваивается значение «0», а при появлении сигнала q_2 значение «1».

Предложенное решение реализовано в макете на ПЛИС фирмы EP4CE6E22C8 семейства Cyclone IV E фирмы Altera. Макет подтверждает адекватность разработанных алгоритмов и подтверждает их работоспособность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Микросхемы интегральные 1512ПС11Т: технические условия. АЕЯР.431320.599 ТУ. – Минск: ОАО «Интеграл», 2008. – 82 с.
2. Шумейко А.А., Смородский В.А. Применение дискретного тригонометрического преобразования в цифровой обработке сигналов. // Современные информационные и электронные технологии. – 2016. – Т. 1. – № 17. – С. 10–11.

ТЕХНИКА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

П.Н. Дробот, А.С. Молчанов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050
E-mail: dpn7@mail.ru

TECHNICS OF HIGH-TEMPERATURE RESEARCHES OF GALVANOMAGNETIC PHENOMENA IN SEMICONDUCTORS

P.N. Drobot, A.S. Molchanov

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050
E-mail: dpn7@mail.ru

***Annotation.** The technical solution, description and characteristics of equipment for conducting experimental studies of galvanomagnetic phenomena in semiconductors at high temperatures from room temperature to 145 °C in a constant magnetic field with magnetic induction from 0 to 2,3 T are presented.*

К особому классу полупроводниковых явлений относятся гальваномагнитные явления: эффект Холла, гальваномагнитные неустойчивости тока, магнетосопротивление и другие [1]. Температурные измерения гальваномагнитных явлений играют важную роль в изучении закономерностей физики полупроводников и имеют большое практическое значение, предоставляя сведения для разработки новых полупроводниковых приборов [1].

Высокотемпературные, до 145°C, экспериментальные исследования гальваномагнитных явлений в полупроводниках осложняются тем, что проводятся в магнитном поле, для чего в лабораторных условиях полупроводниковый образец помещается в магнитный зазор электромагнита. При этом необходимо, во-первых, оперативно менять температуру исследуемого полупроводникового образца в указанном диапазоне температур и, во-вторых, надежно фиксировать температуру образца и поддерживать ее неизменной в течение длительного времени, достаточного для проведения всех необходимых измерений.

Электромагнит представляет собой систему двух кольцевых катушек, закрепленных на стальных сердечниках, каждый из которых образует северный и южный полюс магнита. У разных лабораторных электромагнитов диаметр катушек довольно большой и обычно лежит в диапазоне от 0,3–0,5 метров до 1–1,5 метров. Внешний диаметр конических наконечников полюсов магнита обычно 2–5 см; расстояние между полюсами выбирается как можно меньше, чтобы магнитное поле было как можно больше. Однако за счет держателя образца магнитный зазор меньше 1 см установить трудно, обычно зазор 1–4 см. Соответственно, расстояние между катушками в области магнитного зазора обычно составляет 10–20 см, что формирует достаточно ограниченное пространство, в котором нужно размещать термостатирующее оборудование, позволяющее оперативно изменять температуру полупроводникового образца в магнитном зазоре.

Техническое решение описанной сложной задачи было найдено простое, надежное и эффективное и основано оно на применении уникального оборудования, известного в экспериментальных лабораториях физического, радиофизического и полупроводникового профиля под маркой жидкостной термостат Вобсера (Wobser) немецкого производства.

В настоящей работе использовался термостат Wobser, представляющий собой реактор диаметром около 50 см и такой же высоты – емкость, заполненную жидкостью, от свойств которой зависит максимальная температура исследований. Внутри реактора имеются нагревательные тены и электрические мешалки, постоянно в работе перемешивающие жидкость. Реактор снабжен двумя термометрами, измерительным и контролирующим и электронным реле, связанным с контролирующим термометром. Точность поддержания температуры $0,1^{\circ}\text{C}$. Этот термостат имеет замечательную техническую особенность, которая была использована в работе.

Термостат имеет два штуцера, выходной и входной, позволяющие использовать это устройство для подключения внешней емкости, через которую нагретая жидкость будет перекачиваться и возвращаться в основной реактор. Тем самым во внешней емкости будет создаваться заданная температура, измерять которую необходимо дополнительным датчиком температуры.

В качестве рабочей жидкости термостата был выбран глицерин, что позволило проводить измерения в области температур от комнатной до 145°C .

При измерениях без магнитного поля исследуемый образец в специальном металлическом стакане помещался в реактор термостата через отверстие, предусмотренное конструкцией термостата. Электрический контакт образца со стенками металлического стакана отсутствовал. Металлический стакан с образцом теплоизолировался от комнатной среды и заземлялся для исключения влияния на полупроводниковый образец электромагнитных помех от работающих узлов термостата. Температура образца дополнительно контролировалась высокоточным электронным датчиком температуры, что позволяло проверить одинаковые значения температуры жидкости и образца внутри стакана.

При измерениях в магнитном поле исследуемый образец помещался в контейнер, размещенный между полюсами электромагнита. Контейнер изготовлен из немагнитного цветного сплава и представляет собой два вложенных сосуда, образующих внутреннюю герметичную полость

Полость соединялась металлическими немагнитными трубопроводами с внешними штуцерами термостата. В процессе измерений жидкость непрерывно прокачивалась насосом термостата Wobser через внутреннюю полость контейнера. По штуцеру «Вход» жидкость из термостата подавалась внутрь полости, непрерывно омывала центральный стакан, внутри которого находился полупроводниковый образец на держателе. По штуцеру «Выход» жидкость выкачивалась из внутренней полости в термостат Wobser. Поперечные размеры выносного контейнера задавали величину магнитного зазора $1,5 - 2$ см.

При изменении силы тока через обмотки электромагнита I от 0 до 10 А магнитная индукция B в магнитном зазоре 17 мм изменялась от 0 до 2,3 Тл.

Использовать электронный датчик температуры в магнитном поле недопустимо – его показания существенно искажаются магнитным полем. Температура во внутреннем стакане, куда помещался исследуемый образец, контролировалась дифференциальной термопарой медь-константан, на показания которой магнитное поле не оказывало влияния.

Использование в магнитном поле электрических нагревателей совершенно неприемлемо, так как магнитное поле изменяет их сопротивление, что приводит к изменению температуры нагрева. Поэтому разработанная в настоящем исследовании техника высокотемпературных измерений свойств полупроводников в магнитном поле показала себя простой, эффективной и надежной и, вместе с тем, совершенно не подверженной влиянию магнитного поля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Викулин И.М., Викулина Л.Ф., Стафеев В.И. Гальваномагнитные приборы. – М.: Радио и связь, 1983.– 104 с

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КОММУТАТОР

А.И. Солдатов, О.Х. Ким, А.А. Солдатов, М.А. Костина

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: andrei.a.soldatov@tusur.ru

INVESTIGATION OF THE THERMAL RESISTANCE BY THERMOELECTRIC METHOD

A.I. Soldatov, O.H. Kim, A.A. Soldatov, M.A. Kostina

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,
Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: andrei.a.soldatov@tusur.ru

***Annotation.** The article deals with the main trends of modern development of electronic component base. The main problems faced by chip manufacturers are shown. One of the ways to solve these problems can be the development of 3D integration chipse.*

Основным трендом современной микроэлектроники является создание технологий микросхем 3D-интеграции. Основные проблемы в технологии 3D-TSV связаны с выполнением большого количества соединений TSV. Увеличение количества стекируемых чипов ведет к увеличению соединений TSV. При (5–6) «стекируемых» чипах количество соединений TSV составляет более 10 000, что приводит к увеличению, как физических размеров «стекируемых» чипов, так и физических размеров микросхемы 3D-TSV.

Кроме перечисленных недостатков существует еще одна важная проблема большого количества внешних выводов у микросхем.

Существующий принцип создания технологий микроэлектроники приводит к тому, что каждое изделие, как объект проектирования и производства, сохраняет индивидуальность и целостность, поэтому усложняются все проблемы проектирования, диагностики и производства.

В целом, постановка задачи сводится к необходимости разработки базовой конструкции микросхемы 3D-интеграции нового типа, в которой был бы нивелирован «шлейф» технологических и алгоритмических проблем, следующий за существующими технологиями микросхем 3D-интеграции. В такой постановке задачи сформулированы следующие основные требования к базовой конструкции микросхемы 3D-интеграции нового типа:

1. В новой базовой конструкции должно быть осуществлено раздельное размещение конструктивных элементов схемы (интегрируемых чипов и межчиповых соединений), в частности для нивелирования влияния «волновых» свойств элементов схемы.
2. Новая базовая конструкция должна обладать возможностью программирования конструкции, позволяющей устранить индивидуальность и целостность каждого изделия, в частности для получения унифицированной базовой технологии и конструкции.

Авторами разработан новый коммутатор, позволяющий решить эти задачи. Коммутатор, имеющий N соединительных выводов, содержит первую группу

матричных коммутаторов МК1.1...МК1.К и вторую группу матричных коммутаторов МК2.1...МК2.К, каждый из которых имеет размерность $(n \times n)$, которые соединены между собой соответствующим образом. Выводы 5 первой группы матричных коммутаторов МК1.1...МК1.К образуют группу N внешних соединительных выводов, к которым можно подключать разные типы чипов: микропроцессоров, ОЗУ, ПЗУ, ПЛИС и других электронных компонент.

Принцип выполнения электрических соединений на группе внешних соединительных выводов представлен на рисунке 1.

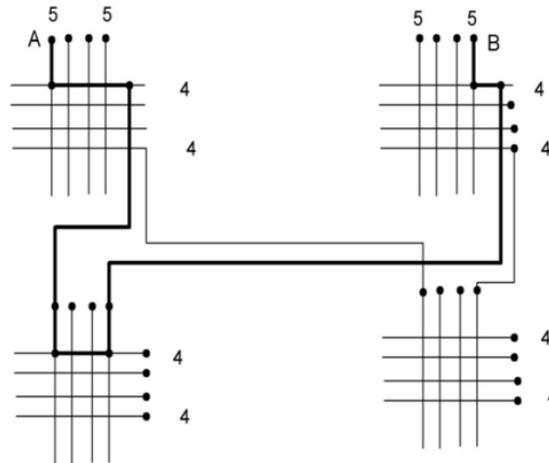


Рис. 1. Принцип выполнения электрических соединений

Контакты А и В объединяемые в одну электрическую цепь, путем программирования соответствующих матричных коммутаторов первой группы МК1.1...МК1.К, коммутируются на одноименные горизонтальные шины 4, которые через образованное многомерное пространство попадают на соответствующие вертикальные шины одного из матричных коммутаторов второй группы матричных коммутаторов МК2.1...МК2.К. Путем программирования этого матричного коммутатора вертикальные шины коммутируются на одну из свободных горизонтальных шин. При этом все выполняемые электрические соединения содержат одинаковое количество ключей равное 4.

Суммарное количество ключей в ПКС (рисунок 1), содержащем N соединительных выводов, равно:

$$C_1 = (n * n) * k_1 + (n * n) * k_2 \quad (1)$$

где n – количество вертикальных и горизонтальных линий связи одного матричного коммутатора, $(n * n)$ – количество ключей в одном матричном коммутаторе, k_1 – количество матричных коммутаторов первой группы матричных коммутаторов, k_2 – количество матричных коммутаторов второй группы матричных коммутаторов.

С учетом того, что $k_1 = k_2 = n$, выражение (1) примет вид:

$$C_1 = 2n^3 = 2\sqrt{N^3} \quad (2)$$

Суммарное количество ключей в обычном матричном коммутаторе, содержащем N соединительных выводов, равно:

$$C_2 = N^2 \quad (3)$$

Общее сокращение количества ключей в предлагаемом коммутаторе в сравнении с обычным матричным коммутатором, составит:

$$C = \frac{C_2}{C_1} = \frac{N^2}{2(\sqrt{N})^3} = \frac{\sqrt{N}}{2} \quad (4)$$

Как видно из выражения (4) использование предлагаемого коммутатора позволяет существенно уменьшить количество ключей в коммутаторе без снижения его функциональных возможностей. Это позволяет уменьшить размеры кристалла, увеличить надежность и снизить потребляемую мощность. Следовательно, снижаются требования по отводу тепла. Следует заметить, что с увеличением размерности матричного коммутатора увеличивается выигрыш в количестве ключей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аракелян В.А. Проблемы и перспективы в трехмерном проектировании интегральных схем / Сборник научных трудов SWORLD. – 2014. – Т. 4. – № 1. – С.71–78.
2. Строгонов А., Цыбин С., Быстрицкий А. Трехмерные интегральные схемы 3D БИС // Компоненты и технологии. – 2011. – №1. – С. 118–121.
3. Солдатов А.И., Ким О.Х. Технические и алгоритмические проблемы коммутации современной электроники//Известия высших учебных заведений. Физика. – 2010. – Т. 53. – № 9-3. – С. 308–310.

WEB-ТЕХНОЛОГИИ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ SCADA-СИСТЕМ В СФЕРЕ АСУ ТП

А. Д. Обложенко, Е.А. Кочегурова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: oda1996@mail.ru

WEB TECHNOLOGIES AND TRENDS OF SCADA-SYSTEMS DEVELOPMENT IN THE FIELD OF APCS

A.D. Oblozhenko, E.A. Kochegurova

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: oda1996@mail.ru

***Annotation.** This article discusses the use of Internet technologies for modern automated process control systems. As a result of the analysis, the author defines Scada systems and the Industrial Internet of Things. The main advantage of using Internet technologies in APCS is the ability to control and monitor from anywhere using a computer or mobile phone.*

Современные автоматизированные системы управления технологическими процессами в нефтяной, газовой и других отраслях народного хозяйства представляют собой многоуровневые распределенные системы управления, которые реализуют основные функции управления (регистрация, сигнализация, регулирование и т. д.).

На сегодняшний день система SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition — диспетчерское управление и сбор данных) является обязательным атрибутом автоматизированной системы диспетчерского управления [1]. Аппаратной платформой для SCADA-систем представляются серверные, а также рабочие станции на базе промышленных компьютеров, панельных компьютеров и операторских панелей.

Применение Web-технологий в системах автоматизации – это возможность удаленного доступа к данным и средствам управления в режиме реального времени в любой момент из любой точки наблюдения. Некоторые элементы подобных систем существовали ранее, но с приходом Web-технологий появилось реальное и недорогое решение, обеспечивающее возможность «сделать видимой» систему АСУ ТП и дистанционно управлять ею [2]. Реализация подобной системы подразумевает наличие мощной системы информационной безопасности и разграничения прав доступа

пользователей, которая уже присутствует во многих современных программных пакетах SCADA.

Преимуществом применения интернет-технологий в АСУ ТП является возможность использования на компьютере диспетчера любого веб-браузера, независимо от его производителя, типа аппаратной платформы или операционной системы.

Управление и мониторинг (наблюдение) через интернет привлекательны еще тем, что могут осуществляться из любой точки земного шара с помощью компьютера или мобильного телефона. Такая возможность особенно важна для руководства.

Одной из функциональных тенденций современных систем управления является Промышленный Интернет Вещей (Industrial Internet of Things, IIoT). Промышленный интернет вещей для отраслевого применения – это система объединенных компьютерных сетей и подключенных промышленных объектов со встроенными датчиками и ПО для сбора и обмена данными, с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме [3].

Современные системы промышленной автоматизации можно разделить на несколько уровней (рисунок 1). Непосредственно «в поле», например, в цехе предприятия, располагаются различные сенсоры, датчики и приводы. Далее следует уровень контроля — например, программируемые логические контроллеры (ПЛК; англ. PLC), которые собирают информацию с датчиков и управляют исполнительными механизмами.



Рис. 1. Переход от классических АСУ ТП к Промышленному интернету вещей

Уровень управления процессами формируют системы класса SCADA [4]. Наконец, на вершине пирамиды — системы планирования ресурсов предприятия Enterprise Resource Planning (ERP), которые, как правило, работают на серверах, расположенных в корпоративных центрах обработки данных (ЦОД).

После реализации концепции Industry 4.0 число устройств на нижнем уровне экспоненциально вырастет. Кроме того, устройства этого уровня будут наделяться все большим интеллектом и будут способны автономно выполнять многие функции. Большинство же функций, которые в сегодняшних системах реализуются устройствами вышестоящих уровней, будут переноситься на высокопроизводительные серверы, которые будут располагаться в серверных кластерах, ЦОД или облаках [5, 6].

В ближайшее время технологии виртуализации проникнут в системы промышленной автоматизации. Преимущества новой структуры в том, что общее количество управляющих систем сократится, что упростит сам процесс управления. Кроме того, эффективность использования ресурсов повысится, а средств потребуется меньше.

Массовая реализация описанного выше подхода в системах промышленной автоматизации пока еще тормозится рядом нерешенных проблем. Большая их часть связана с сетевой инфраструктурой: низкой производительностью передачи данных,

недостаточной надежностью, непредсказуемыми задержками между устройствами полевого уровня и обслуживающими их серверами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. SCADA // Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SCADA> (дата обращения 08.12.2019).
2. Системы автоматического контроля // Сбор информации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bourabai.ru/dbt/scada.htm> (дата обращения 16.12.2019).
3. Industrial Internet of Things – IIoT // Промышленный интернет вещей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:IIoT> (дата обращения 20.12.2019).
4. Системы промышленной автоматизации // SCADA системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.adastra.ru/> (дата обращения 26.12.2019).
5. Автоматизированные системы управления // АСУ ТП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wiki.mvtom.ru/index.php> (дата обращения 25.12.2019).
6. Развитие автоматизированных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-avtomatizirovannyh-sistem-upravleniya-tehnologicheskimi-protsessami> (дата обращения 26.12.2019).

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДЕФЕКТОСКОПА

А.А. Абуллаель, Д.А. Солдатов, А.А. Солдатов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: demo_092@icloud.com

ANALYSIS OF THE ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF THE THERMOELECTRIC FLAW DETECTOR SENSOR

A. A. Abuleil, D.A. Soldatov, A.A. Soldatov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: demo_092@icloud.com

***Annotation.** The article presents a method for calculating the equivalent source of thermal EMF for thermoelectric nondestructive testing devices. The calculation is based on the use of the source superposition method, which makes it possible to obtain the calculated ratios in an optimal way.*

Наиболее перспективным методом неразрушающего экспресс-контроля металлов и сплавов считается термоэлектрический, который позволяет проводить контроль как в процессе производства так и в процессе эксплуатации. Однако, серийно выпускаемые в настоящее время термоэлектрические дефектоскопы не обладают высокой надежностью и воспроизводимостью результатов контроля [1]. Это обусловлено наличием переходного сопротивления при контакте электрода с образцом, изменением температуры горячего электрода в процессе контроля, зависимостью термоЭДС от разности температур между горячим и холодным электродом, площади контакта горячего электрода с образцами и т. д. [2, 3]. Кроме того, анализ литературы показал, что до сих пор не проводилось исследований электрических характеристик источников термоЭДС.

Для решения этих проблем необходимо использовать электроды особой конструкции, которая обеспечивает получение эквивалентной характеристики термоЭДС от поверхности контролируемого изделия. При такой конструкции

электрода эквивалентная схема электродной части будет содержать несколько источников термоЭДС, соединенных параллельно и подключенных к общей нагрузке. Для исследования электрических характеристик эквивалентной термоЭДС необходимо определить электрические характеристики отдельных источников термоЭДС.

Эквивалентные схемы для расчета характеристик эквивалентного источника термоЭДС при параллельном соединении двух источников термоЭДС представлены на рисунке 1. Расчет тока для двух соединенных параллельно источников термоЭДС можно осуществить методом наложения. Ток в цепи от первого источника ЭДС (рисунок 1б) можно найти из выражения:

$$I_1 = \frac{E_1}{R_{вн.1} + \frac{R_{вн.2} \cdot R_n}{R_{вн.2} + R_n}},$$

где I_1 – ток первого источника термоЭДС; E_1 – ЭДС первого источника; $R_{вн.1}$ – внутреннее сопротивление первого источника ЭДС; $R_{вн.2}$ – внутреннее сопротивление второго источника ЭДС; R_n – сопротивление нагрузки.

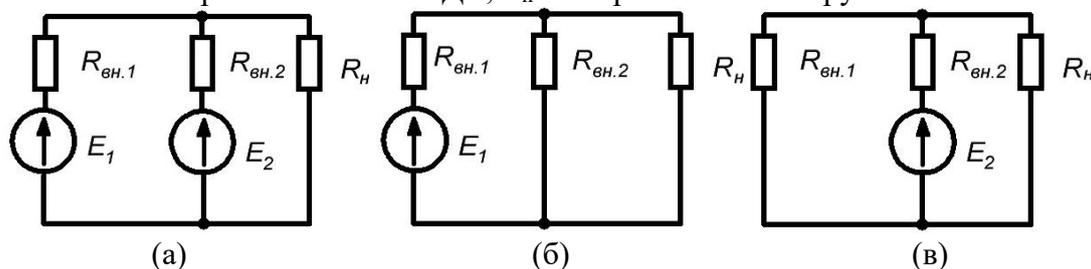


Рис. 1. Эквивалентная схема замещения источника термоЭДС,

(а) параллельное соединение двух источников термоЭДС, (б) эквивалентная схема для расчета тока от первого источника термоЭДС, (в) эквивалентная схема для расчета тока от второго источника термоЭДС

Ток в цепи от второго источника ЭДС (рисунок 1в) можно найти из выражения:

$$I_2 = \frac{E_2}{R_{вн.2} + \frac{R_{вн.1} \cdot R_n}{R_{вн.1} + R_n}},$$

где I_2 – ток второго источника термоЭДС; E_2 – ЭДС второго источника.

Результирующий ток I_p определяется как сумма токов от каждого источника:

$$I_p = I_1 + I_2.$$

Напряжение эквивалентного источника определяется током, протекающим через его внутреннее сопротивление:

$$E_{эkv} = I_p \cdot R_{вн},$$

где $R_{вн}$ – внутреннее сопротивление эквивалентного источника термоЭДС; I_p – ток эквивалентного источника термоЭДС.

Внутреннее сопротивление эквивалентного термоэлектрического источника представляет собой параллельное соединение внутренних сопротивлений каждого источника:

$$R_{вн} = \frac{R_{вн.1} \cdot R_{вн.2}}{R_{вн.1} + R_{вн.2}}.$$

где $R_{вн.1}$ – внутреннее сопротивление первого источника ЭДС; $R_{вн.2}$ – внутреннее сопротивление второго источника ЭДС.

Предложена методика расчета эквивалентного источника при параллельном соединении источников термоЭДС методом наложения. Используя эту методику,

можно рассчитать ток и внутреннее сопротивление эквивалентного источника при любом количестве параллельно соединенных источников ЭДС. Исследование внутреннего сопротивления источника термоЭДС очень важно для последующего согласования измерительной цепи с термоэлектрическим датчиком.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hu J. and Nagy P.B. On the role of interface imperfections in thermoelectric nondestructive materials characterization // Appl. Phys. Lett. – 1998.– vol. 73.–no.4– Pp. 467–469.
2. Stuart C. M. Thermoelectric differences used for metal sorting // Journal of Testing and Evaluation. – 1987. – vol. 15. – no. 4. – Pp. 224–230.
3. Cho M., Park S., Kwon E., Jeong S., Park K. A waste metal sorting system using LIBS classification // IEEE International Symposium on Industrial Electronics. – 2019. – vol. 2019. – Pp. 451–454.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА СИСТЕМЫ ПРИ НАЛИЧИИ ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КОНТАКТНОЙ ПАРЫ

Ю.Р. Колосова, А.А. Дементьев, А.И. Солдатов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050
E-mail: julya.kolosova94@yandex.ru

NUMERICAL STUDY OF HEAT TRANSFER OF SYSTEM IN THE PRESENCE A CONTACT THERMAL RESISTANCE OF THE CONTACT PAIR

Yu.R. Kolosova, A.A. Dementiev, A.I. Soldatov

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,
Tomsk, Lenin str., 40, 634050
E-mail: julya.kolosova94@yandex.ru

***Annotation.** A mathematical model of heat transfer distribution in the case of non-ideal contact of two surfaces (electrode-sample system), which allows one to obtain the temperature distribution in coupled bodies at any time – from the initial contact time to the establishment of the stationary mode is developed.*

В настоящее время все материалы и сплавы, используемые при разработке промышленной техники, подвергаются тщательному входному контролю, однако используемые подходы устарели и требуют много времени и финансовых затрат. В связи с этим представляет интерес развитие новых способов анализа материалов и их свойств, среди которых перспективен метод, основанный на измерении термоЭДС. На данном методе осуществлена работа приборов контроля термоЭДС [1], которые при всех достоинствах имеют серьезный недостаток – высокую погрешность измерения при неидеальном контакте двух поверхностей вследствие неоднородностей в металлах и сплавах, неровностей поверхностей и т.д. Для исследования причин возникновения погрешности в приборах термоэлектрического контроля разработана одномерная математическая модель распространения тепла в случае неидеального контакта двух поверхностей, которая позволяет определить распределение температуры в связанных телах в динамике. Для модели выбраны электрод высотой l_1 и исследуемый образец высотой l_2 , соединенные между собой. В зоне контакта имеется зазор d вследствие неровностей материалов. Электрод нагревает исследуемый образец, а вся система находится в нормальных атмосферных условиях и охлаждается естественной конвекцией.

Математическая модель с начальными и граничными условиями в безразмерной постановке записывается в следующем виде [2]:

$$\frac{\partial \theta_{эл}}{\partial t} = \frac{\partial^2 \theta_{эл}}{\partial \xi^2} - BiH \left(1 - \frac{T_{возд}}{T_{эл}} \right), \quad \frac{\partial \theta_{обр}}{\partial t} = \frac{\partial^2 \theta_{обр}}{\partial \xi^2},$$

$$\theta(\xi, 0) = 1, 0 \leq \xi < \frac{l_1}{l}, \quad \theta(\xi, 0) = \frac{T_0}{T_{эл}}, \frac{l_1}{l} \leq \xi < \frac{l_2}{l},$$

$$\theta_{эл}(0, \tau) = 1, \quad \frac{\partial \theta_{обр}}{\partial \xi}(1, \tau) = 0,$$

$$\frac{\lambda_{эл}}{\lambda_{к}} \frac{\partial \theta_{эл} \left(\frac{l_1^-}{l}, \tau \right)}{\partial \xi} = \frac{\partial \theta_{к} \left(\frac{l_1^+}{l}, \tau \right)}{\partial \xi}, \quad \frac{\lambda_{к}}{\lambda_{обр}} \frac{\partial \theta_{к} \left(\left(\frac{l_1+d}{l} \right)^-, \tau \right)}{\partial \xi} = \frac{\partial \theta_{обр} \left(\left(\frac{l_1+d}{l} \right)^+, \tau \right)}{\partial \xi},$$

где θ – безразмерная температура, τ – шаг сетки по времени, Bi – критерий Био, описывает отношение теплового сопротивления вещества к конвекции внешней среды, H – удвоенное отношение длины к радиусу, ξ – безразмерная координата, $T_{возд}$, $T_{обр}$, $T_{эл}$ – температура воздуха, образца, электрода, N – количество узлов сетки по пространству, $\lambda_{эл}$, $\lambda_{к}$, $\lambda_{обр}$ – коэффициент теплопроводности электрода, зоны контакта и образца.

В таблице 1 представлен результат расчета контактного термического сопротивления R_c в зависимости от давления P , степени шероховатости R_z , неровности W_z и исследуемых материалов Ст20 по расчетным зависимостям, предложенным авторами [2].

Таблица 1 – Контактное термическое сопротивление R_c в зависимости от давления и неровности поверхностей

P, КПа	$R_c \cdot 10^4, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$		
	при $R_z=1$ мкм и $W_z=5$ мкм	при $R_z=1,5$ мкм и $W_z=10$ мкм	при $R_z=2$ мкм и $W_z=15$ мкм
1	2,45	4,30	5,97
2	2,19	3,76	5,14
3	2,02	3,43	4,64
4	1,90	3,18	4,29
5	1,80	3,00	4,02
6	1,73	2,85	3,80

Из таблицы 1 видно, что при увеличении нагрузки на исследуемый образец полное контактное термическое сопротивление уменьшается и чем больше высота микронеровностей, тем больше значение контактного термического сопротивления. На основе предложенной модели проведено исследование нестационарного распределения тепла в случае неидеального прижатия электрода к исследуемому образцу. Значения теплофизических характеристик стали Ст20 взяты из справочных данных. Теплопередача на границе между электродом и испытываемым образцом описывается граничными условиями четвертого рода. На левой границе расчетной области принимается граничное условие первого рода. На правой границе принимается граничное условие третьего рода (характеризует закон теплообмена между поверхностью и окружающей средой за счет конвекции). Результат численного моделирования нестационарного распределения тепла в случае неидеального прижатия

электрода к исследуемому образцу, представлен на рисунке 1. В начальный момент времени $t=0$ график температуры представляет собой ступеньку, соответствующую начальным условиям. Далее вследствие теплопроводности возникает теплообмен между горячим электродом и образцом через зону несовершенного контакта. С течением времени разность температур уменьшается, поле устанавливается, стационарное распределение принимает вид прямой линии. Моделирование показало, что при исходных данных температура системы уменьшается со 150 до 148 °С, что приводит к соответствующему уменьшению термоЭДС, который прямо пропорционален температуре. Верификация разработанной математической модели проведена с помощью коммерческого программного пакета с использованием метода конечных элементов.

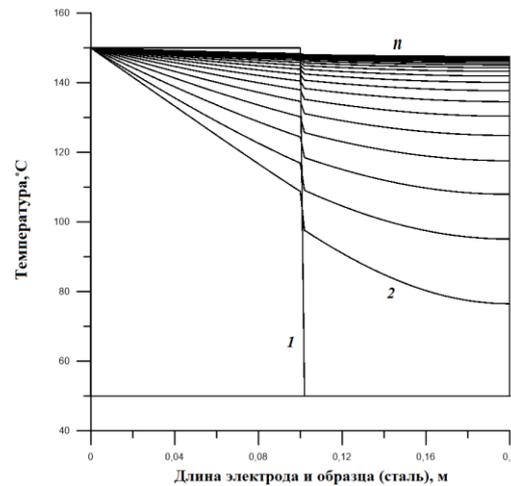


Рис. 1. Распределение температурного поля в случае неидеального прижатия электрода к испытуемому образцу ($R_c=2,45 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, $R_z=1,5 \text{ мкм}$ и $W_z=10 \text{ мкм}$), при шаге по времени $\Delta t=10 \text{ сек}$ в различные моменты времени: 1- $t=t_0$; 2- $t=t_0+\Delta t$,..., n- $t=t_0+n\Delta t$

Данная методика применима для оценки температурных условий материалов для проведения исследования контактного термического сопротивления контактных пар.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солдатов А. А. Неразрушающий контроль качества поверхностного слоя металла // СТТ: сб. трудов XVIII Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 т. – Томск, 2012. – Т. 1. – С. 257– 258.
2. Коротких А. Г. Теплопроводность материалов –учебн. пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2011. – 97 с.
3. Внуков А. Н., Попов В. М., Дорняк О. Р., Мозговой Н. В. Теплообмен в составных системах современных летательных аппаратов // Воздушно-космические силы. Теория и практика. – 2018. – № 8. – С. 50–56.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ IP-КАМЕРЫ В СИСТЕМЕ ПОМОЩИ ВОДИТЕЛЮ

А.В. Концов, А.И. Солдатов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: glarione@bk.ru

USING THE IP CAMERA IN THE DRIVER ASSISTANCE SYSTEM

A.V. Kontsov, A.I. Soldatov

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,
Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: glarione@bk.ru

Annotation. This article discusses the use of IP cameras in the driver assistance system, the role and parameters that affect the system.

Система передачи видеопотока представляет собой совокупность компонентов, которые обеспечивают связь между двумя и более транспортными средствами. Примером применения является использование такой системы в автомобильном сегменте Интернета вещей в качестве помощника водителя. На первом (впереди идущем) автомобиле установлена вся система, а во втором автомобиле находится приёмное устройство (мобильный телефон с модулем Wi-Fi). Камера на первом автомобиле снимает обстановку спереди, передаёт изображение через точку доступа Wi-Fi, закреплённой так, что сзади едущий автомобиль попадает в центр диаграммы направленности. Точка доступа передаёт поток на мобильный телефон, а водитель второго автомобиля может определить, возможно ли совершить манёвр обгона или нет, тем самым расширяя обзор и снижая риск дорожно-транспортного происшествия [1].

Система передачи видеопотока для помощи водителям состоит из следующих модулей:

1. Цифровая камера (сборка IP-камеры из процессорного модуля и модуля матрицы)
2. Платформа хранения и взаимодействия (одноплатный ПК Raspberry Pi 3B+).
3. Модуль Wi-Fi (точка доступа Ubiquiti/MikroTik)
4. Накопитель (USB носитель с Flash-памятью).
5. Модуль навигации (GPS-датчик).
6. Модуль индикации (светодиоды на корпусе).

Взаимодействие между элементами представлено на рисунке 1.

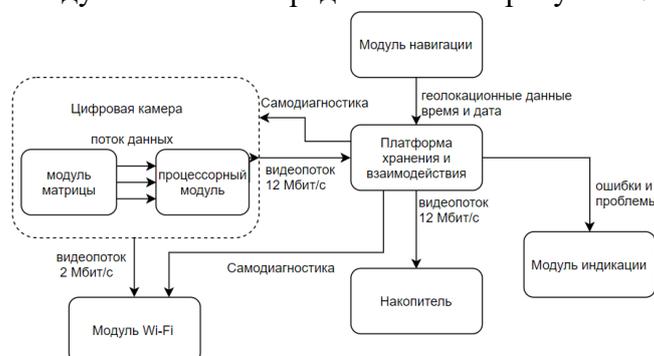


Рис. 1. Схема системы передачи видеопотока

Цифровая камера вещает видеопоток в сеть, где данный поток маршрутизируется в точку доступа для дальнейшей передачи клиенту, а также в платформу хранения и

взаимодействия для сохранения на накопитель. Точка доступа направлена в сторону автомобиля клиента, куда по беспроводной сети Wi-Fi передаёт видеопоток. Платформа хранения и взаимодействия является «ядром» системы и связывает все компоненты:

1. Сохраняет видеопоток с камеры. Диагностирует неполадки камеры при помощи протокола ONVIF. Передаёт камере геолокационные данные для их фиксации на видеоизображении.

2. Диагностирует настройки точки доступа. В случае неполадок перезагружает все устройства.

3. Ведёт логирование текущего состояния системы с метками времени (с возможностью перезаписи), в случае критических неполадок включает световую индикацию на корпусе устройства.

4. Является сервером локального времени [2].

В качестве цифровой камеры используется IP-камера — самостоятельное сетевое устройство, которое вещает видеоизображение в сеть в режиме реального времени. Из всех характеристик IP-камеры можно выделить следующие:

1. Разрешение. Измеряется в элементах растрового изображения (точках), физически представляет собой количество светочувствительных элементов (пикселей) на матрице. Чем выше разрешение, тем выше детализация, битрейт и нагрузка на графическое ядро процессора, которое каким-либо образом взаимодействует с изображением.

2. Частота кадров. Измеряется в кадрах в секунду, чем больше частота, тем выше битрейт и плавность изображения. При высокой частоте кадров возможно чётко снять изображение быстро движущихся объектов.

3. Диагональ матрицы. Физический размер матрицы светочувствительных элементов. Влияет на светочувствительность и разрешение изображения.

4. Битрейт видео. Объём информации, который занимает видеоизображение продолжительностью одна секунда. Например, битрейт несжатого видеопотока разрешением FullHD (1920×1080) и частотой кадров 30к/с составляет 93.2 МБ/с. Тот же видеопоток, сжатый кодеком H.264, будет иметь битрейт (в среднем) от 1 до 20 Мбит/с.

5. Светочувствительность. Измеряется в люксах или Дб. Физический параметр, который зависит от размера светочувствительного элемента.

6. Кодек (Видеокодек). Программа/алгоритм сжатия (то есть уменьшения размера) видеоданных (видеофайла, видеопотока) и восстановления сжатых данных.

Для диагностирования неполадок и сбоев в результате эксплуатации IP-камеры используется стандарт ONVIF. Данный стандарт разработан для универсализации доступа и управления IP-камерами в охранных системах видеонаблюдения. В ходе испытаний системы данный стандарт отлично показал себя в качестве вспомогательной библиотеки для алгоритмов самодиагностики [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Interesting Engineering IoT Revolution: 5 Ways the Internet of Things Will Change Transportation [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://interestingengineering.com/iot-revolution-5-ways-the-internet-of-things-will-change-transportation> (дата обращения 17.02.2019).
2. Концов А.В. Исследование системы передачи видеопотока в автомобильном сегменте интернета вещей. ... магистр. – Томск, 2019. – 100 с.
3. Полуниин А. В. Организация воздействия на стек протоколов IP/TCP/RTSP стандарта ONVIF с целью изменения транслируемого видеоизображения // Распознавание-2018: сборник материалов XIV международной научно-технической конференции. – Курск, 2018. – С. 210–211.

ПРИМЕНЕНИЕ ДВУХЧАСТОТНОГО МЕТОДА ЗОНДИРОВАНИЯ В УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ЛОКАТОРАХ

М.А. Костина¹, Е.С. Солдатова²

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: mashenkasoldatova@mail.ru

USING THE TWO-FREQUENCY SONDING LOKATOR

M.A. Kostina¹, E.S. Soldatova²

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,
Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: mashenkasoldatova@mail.ru

Annotation. This article discusses the use of two-frequency sonding locator for testing of pallet. This method allows you to reduce the error of the ultrasonic locator. The maximum error depends on the echo phase in which the comparator was triggered.

В наше время трудно представить предприятие массового производства продукции, которое обходится без транспортировочной и упаковочной тары. Использование унифицированных поддонов для упаковки продукции, обеспечивает сохранность товара, увеличивает удобство погрузочно-разгрузочных работ, тем самым позволяет сократить затрачиваемое на это время. Деревянные поддоны являются многооборотной тарой, т.е. могут использоваться неоднократно для перевозки, как тяжелых малогабаритных грузов, так и крупногабаритных. Во время перемещения груза паллеты могут быть повреждены в той или иной степени, что может привести к необратимой порче произведенного товара. Нарушение геометрических параметров паллет приводит к отклонению в работе устройства автоматической укладки выпускаемой продукции.

Для контроля геометрических параметров паллет широко применяют время-импульсный акустический метод [1–3], недостатки которого хорошо известны. В первую очередь это неопределенность временного интервала между началом эхо-сигнала и срабатыванием порогового устройства.

Для точного определения момента прихода эхо-сигнала предлагается использовать способ двухчастотного зондирования [4]. При этом объект контроля зондируется двумя сигналами с разной частотой, а затем фиксируются временные координаты для каждого сигнала по моменту срабатывания компаратора (рисунок 1) [5].

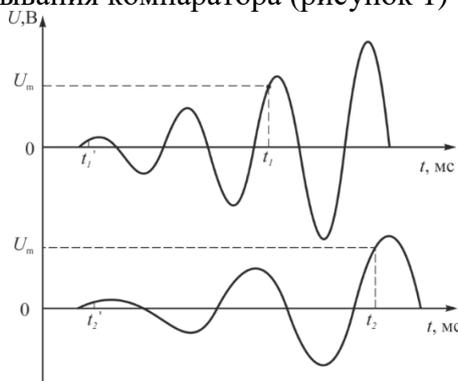


Рис. 1. Принцип определения момента прихода акустического импульса способом двухчастотного зондирования

По формуле (1) определяется разность между моментами срабатывания компаратора при ряде значений i .

$$(\Delta t_1 - (i - 1) \cdot T_1) - (\Delta t_2 - (i - 1) \cdot T_2) = \min, \quad (1)$$

где T_1 – период колебаний первой ультразвуковой волны;

T_2 – период колебаний второй ультразвуковой волны;

i – номер коррекции;

Δt_1 – первый измеренный временной интервал;

Δt_2 – второй измеренный временной интервал, полученное значение временного интервала $\Delta t_1 - (i - 1) \cdot T_1$ используют при определении расстояния до отражающей поверхности.

Минимальное значение разности будет получено при таком значении i , которое будет соответствовать номеру периода сигнала, в котором сработал компаратор. Далее для дальнейших вычислений выбирается более высокочастотный сигнал (для уменьшения максимальной ошибки способа). В выражение $\Delta t_1 - (i - 1) \cdot T_1$ подставляется вычисленное значение i , временная координата сигнала перемещается в начало эхо-сигнала.

Двухчастотный способ позволяет определить момент прихода эхо-сигнала с максимальной ошибкой, которая будет зависеть от фазы сигнала, в которой произошло срабатывание компаратора. Фазу эхо-сигнала, в которой амплитуда эхо-сигнала превысила пороговый уровень и произошло срабатывание порогового устройства, можно определить из сигналов на выходе компаратора:

$$\varphi_1 = \pi \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\Delta t_1}{T_1} \right),$$

где Δt_1 – длительность импульсного сигнала на выходе порогового устройства,

T_1 – период эхо-сигнала.

Вычисление временной координаты начала эхо-сигнала согласно формуле:

$$t_0 = (t_1 - n \cdot T_1) - \left(\frac{T_1}{4} - \frac{\Delta t_1}{2} \right),$$

где n – номер периода, в котором произошло срабатывание порогового устройства.

В докладе обоснованы основные принципы реализации двухчастотного способа зондирования с фазовой коррекцией для задач неразрушающего контроля геометрических параметров паллет. Предложенный способ двухчастотного зондирования с фазовой коррекцией позволяет получить погрешность определения временной координаты эхо-сигнала менее 1%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Introduction to phased array ultrasonic technology applications: R/D Tech Guideline: Guideline coordinator Noel Dube. – Quebec, Canada: R/D Tech Inc., 2004, – 348 p.
2. Thomenius K. Evolution of ultrasound beamformers // Proceedings of the IEEE Ultrasonics Symposium. – vol. 2. – Pp. 1615–1622.
3. Крауткремер Й., Крауткремер Г. Ультразвуковой контроль материалов: справочник. – М.: Металлургия, 1991. – 752 с.
4. Shulgina Yu. V., Soldatov A.I., Rozanova Ya.V., Soldatov A.A., Shulgin, E.M. The increase of ultrasound measurements accuracy with the use of two-frequency sounding // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2015. – vol. 81. – no.1. – Article number 012103.

5. Gruber F.K., Marengo E.A., Devaney A.J. Time-reversal imaging with multiple signal classification considering multiple scattering between the targets // J. Acoust. Soc. Am. – 2004.– vol.115.–no.6–Pp. 3042–3047.

СЕКЦИЯ 2. ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

МЕТОДОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗОГО АНАЛИЗА

Е.И. Губин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: gubine@tpu.ru

METHODOLOGY OF BIG DATA PREPARATION FOR PREDICTIVE ANALYSIS

E. I. Gubin

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin Ave., 30, 634050
E-mail: gubine@tpu.ru

***Annotation.** Formation of basic competencies in the preparation of initial data in the field of large amounts of data for predictive analysis.*

Бурное развитие информационных технологий особенно в области больших данных предъявляет повышенные требования к качеству исходных данных. Учитывая, что большая часть реальных данных носит характер слабо структурированных, то вопрос «чистоты» последних носит критический характер. Достаточно сказать, что при тщательной и корректной подготовке исходных данных удается почти на 20% повысить предсказательную силу традиционных прогнозных моделей. В литературе представлены подходы к подготовке исходных данных для дальнейшего предиктивного анализа [1–4], но они не охватывают всего спектра необходимых подготовительных этапов и носят характер некоторой «вкусовщины».

В настоящей работе автор хотел бы представить методику переподготовки исходных данных, включающую обязательные шаги статистического анализа и организации формата данных для корректного предиктивного анализа.

Процесс сбора и подготовки исходных данных, является одним из самых трудоемких и сложных этапов в анализе больших объемов данных, который порой занимает до 80% всего рабочего времени. Использование статистических методик и современного программного обеспечения позволяет значительно сократить временные и финансовые затраты на данном этапе и повысить эффективность и качество конечных результатов.

В работе предлагаются конкретные шаги по формированию основных бизнес целей и первичному анализу исходных данных, который включает проверку качества данных и простейшие статистики, исправление ошибочных и противоречивых данных. Важным этапом является формирование объясняющих переменных и выбора целевой функции.

В режиме подготовки первичных (исходных) данных осуществляется «очищение» данных, анализ «выбросов» и дублирующих строк. Важной составляющей этапа является выявление мультиколлениарности в объясняющих переменных и в случае ее наличия - удаление этих переменных. Масштабирование позволяет преобразовать исходные данные в единый цифровой формат, что значительно повышает точность прогнозных моделей.

В таблице 1 приведены основные этапы подготовки данных для дальнейшего прогнозного анализа и возможные шаги для последующей их корректировки.

В таблице 2 приведен пример выбора целевой функции (GoodBad) для финансовой модели, тренировочной (обучающейся) и тестовой выборок, а также процентное соотношение между ними.

Таблица 1 – Основные этапы подготовки исходных данных

Problems of initial data set/ исходные («грязные») данные	Format attribute/ формат переменной	Comment/ комментарий
1. <i>Missing data</i> / Отсутствующие данные	Numeric/числовой, Char/текст	1. Add in (average, median, frequency...) 2. Delete this cases (rows)
2. <i>Mistakes of data</i> / Ошибки в данных	Numeric/числовой, Char/текст	1. Add in (average, median, frequency...) 2. Delete this cases (rows)
3. <i>Outliers of data</i> / Выбросы данных	Numeric/числовой	Delete this cases (rows)
4. <i>Duplicate cases</i> (rows) /Дублирующие наблюдения(строки)	Duplicate ID (observations)	Remove one of the duplicate
5. <i>Multicollinearity in the original data</i> / Мультиколлинеарность	Linear combination of variables (attributes)	Remove one of the attributes
6. <i>Digitalization of data</i> / Цифровизация данных	Numeric/числовой, Char/текст	Converting to numeric format

Таблица 2 – Выбор целевой функции, обучающейся и тестовой выборок

Objective function/ Целевая функция(GB)	Binary (0,1)	«GB» = 1 плохой заемщик, «GB» = 0 хороший заемщик
Training samples/ Обучающая выборка	Sampling 70%–80%	Representative relative to the objective function (GB)/ Репрезентативная по GB
Testing samples/ Тестовая выборка	Sampling 30%–20%	Representative relative to the objective function (GB)/ Репрезентативная по GB

В данной работе предложена методика подготовки данных для построения прогнозных моделей классификации. Этапы подготовки данных включают в себя следующие шаги: **1.** проверку исходных данных на ошибки (описки), **2.** на отсутствие данных («missing»), **3.** на выбросы данных («outliers»), **4.** на наличие дублирующих строк (наблюдений), **5.** на проверку исходных объясняющих переменных (атрибутов) на мультиколлинеарность, **6.** трансформация исходных данных в цифровой формат («цифровизация») и **7.** выбор целевой переменной.

Полученная методика реализована в программных пакетах Python, SAS и SAS Enterprise Miner. Сравнение точности результатов, полученных без подготовки данных и с применением предложенной методики подготовки данных показало повышение предсказательной силы прогнозной модели почти на 20%. Наибольшую точность (75%) демонстрирует решение, полученное с помощью SAS Enterprise Miner.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вершинин А.С., Губин Е.И. Применение инструмента DATA MINING для оценки кредитоспособности заемщика // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: Труды V Междунар. конференции. – Томск, 2018. – Т.2. – С. 18–21.
2. Вершинин А.С., Губин Е.И. Использование инструментов SAS для оценки рисков заемщиков // Молодежь и современные информационные технологии: Труды XVI Междунар. научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых.– Томск, 2018. – С. 379–380.
3. Huang Shan, Gubin E. Data cleaning for data analysis // Молодежь и современные информационные технологии: Труды XVI Междунар. научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2018. – С. 387–389.
4. Демченко И.С., Губин Е.И. Modern Big Data preprocessing techniques // Новая наука: история становления, современное состояние, перспективы: Труды Международной научно-практической конференции – Ч.1 – Стерлитамак, 2018г. – С. 4–7.

РАЗВИТИЕ МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЫ «ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ»

В.Г. Спицын, Ю.А. Иванова, А.А. Друки
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: spvg@tpu.ru

DEVELOPMENT OF A MASTER PROGRAM «ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING»

V.G. Spitsyn, Y.A. Ivanova, A.A. Druki
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: spvg@tpu.ru

***Annotation.** The development of the master program "Artificial Intelligence and Machine Learning" is described. The foundations of this area were formed during the formation at the Department of Computer Engineering in 2004 of the scientific group of Intellectual Image Processing. In the process of developing a scientific group from 2007 to 2019, 9 candidate dissertations were defended. 4 initiative projects of the group are supported by the RFBR Grants. Currently, the educational process for the master's program is provided by 1 professor, doctor of technical sciences, 2 associate professors, candidate of technical sciences, 3 assistants and 8 graduate students.*

В 2004 г. на кафедре вычислительной техники ТПУ была создана научная группа Интеллектуальной обработки изображений (ИОИ) в составе: профессор Спицын В.Г., аспирант Цой Ю.Р., студенты: Чернявский А.В., Федотов И.В., Белоусов А.А. В 2006 г. предложенный научной группой проект «Разработка технологии автоматизированного улучшения качества цифровых изображений на основе применения эволюционирующей нейронной сети» был поддержан грантом РФФИ № 06-08-00840.

В 2007 г. в диссертационном совете Д 212.269.06 при ТПУ защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: Цой Ю.Р. «Нейроэволюционный алгоритм и программные средства для обработки изображений» [1]. Руководитель – профессор Спицын В.Г.

В 2009 г. предложенный научной группой проект «Создание программного комплекса автоматизированной обработки изображений и распознавания образов на

основе применения искусственных нейронных сетей, регуляторных сетей и эволюционных алгоритмов» был поддержан грантом РФФИ № 09-08-00309.

В 2010 г. в диссертационном совете Д 212.269.06 при ТПУ защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: Белоусов А.А. «Алгоритмы и программные средства эволюционной обработки изображений». Руководитель – профессор Спицын В.Г.

В 2011 г. руководителем магистерской программы «Компьютерный анализ и интерпретация данных (КАИД)» по направлению «Информатика и вычислительная техника» был назначен профессор Спицын В.Г.. В этом же году была проведена реорганизация магистерской программы с целью приведения в соответствие ее направленности с тематикой научной группы ИОИ [2].

В 2012 г. предложенный научной группой проект «Создание комплексных технологий распознавания объектов на изображениях на основе применения моделей зрительного восприятия и методов вычислительного интеллекта» был поддержан грантом РФФИ № 12-08-00296.

В 2010 г. в диссертационном совете Д 212.267.12 при ТГУ защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: Болотова Ю.А. «Алгоритмы обработки и анализа изображений иерархической временной сетью». Руководитель – профессор Спицын В.Г.

В 2014 г. в диссертационном совете Д 212.267.08 при ТГУ защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: Нгуен Т.Т. «Алгоритмы распознавания жестов на видеопоследовательностях». Руководитель – профессор Спицын В.Г.

В 2014 г. в диссертационном совете Д 212.267.12 при ТГУ защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: Фан Н.Х. «Алгоритмы обработки и анализа символов вейвлет-преобразованием, методом главных компонент и нейронными сетями». Руководитель – профессор Спицын В.Г.

В 2014 г. в диссертационном совете Д 212.267.08 при ТГУ защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: Буй Т.Т.Ч. «Алгоритмы распознавания лиц и жестов на основе вейвлет-преобразований и метода главных компонент». Руководитель – профессор Спицын В.Г.

В 2016 г. в диссертационном совете Д 212.267.12 при ТГУ защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: Друки А.А. «Алгоритмы нейросетевого детектирования и распознавания символов на сложном фоне». Руководитель – профессор Спицын В.Г.

В 2016 г. в диссертационном совете Д 212.267.08 при ТГУ под руководством Спицына В.Г. защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: Калиновский И.А. «Метод нейросетевого детектирования лиц в видеопотоке сверхвысокого разрешения». Руководитель – профессор Спицын В.Г.

В 2017 г. в диссертационном совете Д 212.267.08 при ТГУ защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: Хаустов П.А. «Алгоритмы распознавания рукописных символов в условиях малой обучающей выборки». Руководитель – профессор Спицын В.Г.

В 2018 г. предложенный научной группой проект «Создание интеллектуальной системы детектирования, распознавания и понимания искаженных печатных текстов на изображениях и видео» был поддержан грантом РФФИ № 12-08-00296.

В 2019 г. на базе магистерской программы КАИД была создана магистерская программа на правах ООП «Искусственный интеллект и машинное обучение».

В настоящее время в новой магистерской программе сотрудниками группы ИОИ осуществляется преподавание следующих дисциплин: «Интеллектуальные системы»,

«Машинное обучение», «Методы распознавания образов», «Нейроэволюционные вычисления», «Технологии искусственного интеллекта», «Алгоритмы нейросетевого анализа данных», «Методы интеллектуальной обработки и анализа изображений».

Следует отметить, что сейчас уже в бакалавриате начинается обучение студентов по дисциплинам «Интеллектуальные системы и технологии» и «Искусственный интеллект и нейронные сети». Учебный процесс по указанным дисциплинам магистерской ООП и бакалавриатуры обеспечивают 1 профессор, д.т.н., 2 доцента, к.т.н., 3 ассистента и 8 аспирантов научной группы ИОИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цой Ю.Р. Нейроэволюционный алгоритм и программные средства для обработки изображений: Автореф. дис. ... канд. технических наук. – Томск, 2007. – 19 с.
2. Спицын В.Г. Развитие магистерской программы «Компьютерный анализ и интерпретация данных» // Уровневая подготовка специалистов: государственные и международные стандарты инженерного образования: сборник трудов научно-методической конференции. – Томск, 2012. – С. 73–75.

СЕКЦИЯ 3. СОВРЕМЕННАЯ ЭНЕРГЕТИКА

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ И ЗАЗЕМЛЕНИЯ ГОРНОРУДНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

А.А. Андреев, А.В. Барская, Е.А. Шутов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: aaa74@tpu.ru

MODELING OF PROTECTION AND GROUNDING OF MINING ELECTRICAL EQUIPMENT

A.A. Andreev, A.V. Barskaya, E.A. Shutov
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: aaa74@tpu.ru

Annotation. In this paper, we simulate the systems of protection and grounding of mining electrical equipment. The choice of motor protection and the main elements of the enterprise network is described. A star system of selected protections is being constructed.

При выборе защитного и заземляющего оборудования на предприятиях как правило используют расчётные методики, которые сильно упрощены. На практике это зачастую приводит к тому, что приходится производить подстройку оборудования на месте, а иногда и производить замену оборудования. Современные средства моделирования позволяют за достаточно короткие сроки создавать точные модели реальных систем электроснабжения, что позволяет производить более точный выбор защитного и заземляющего оборудования и ускорить сам процесс расчёта.

В данной работе рассматривается процесс моделирования системы защиты и заземления на горнорудном предприятии, в частности рассматривается защита двигателя насоса главной водоотливной установки, и части его питающей сети [1–3].

При создании модели задавались параметры каждого отдельного элемента системы. При этом защита двигателя и кабельной линии производилась с помощью высоковольтных выключателей, управляемых с помощью защитных реле, а защита трансформатора с помощью высоковольтного предохранителя с плавкой вставкой (рисунок 1).

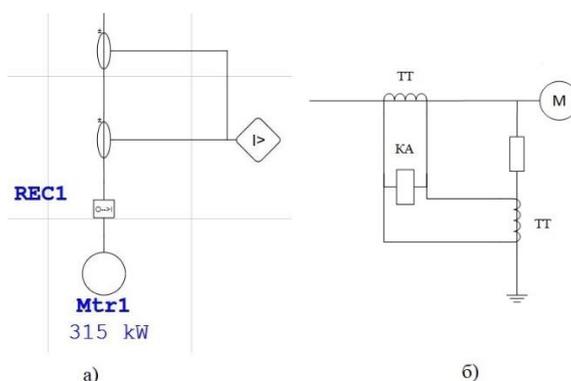


Рис. 1. а) модель защиты двигателя б) принципиальная схема защиты двигателя

После построения модели, выбора и настроек всех элементов схемы, производится настройка защит. Для данных двигателей предусматривается защита токовой отсечкой и максимальная токовая защита [4, 5].

По итогам моделирования составляется карта селективности, изображённая на рисунке 2. На ней изображены время-токовые характеристики защитного реле двигателя, кабельной линии и предохранителя. По данной карте видно, насколько селективно отстроены защиты.

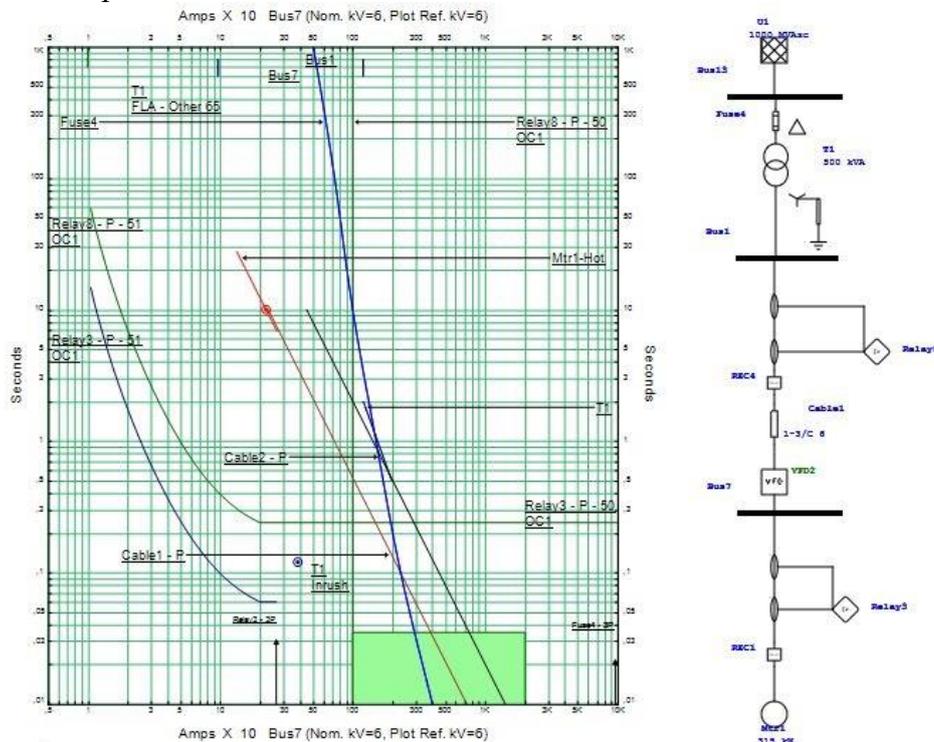


Рис. 2. Карта селективности

В ходе работы над схемой, так же была смоделирована система заземления в помещении с двигателем

В данной модели учитывалась высокая проводимость грунта и связанные с этим технические детали заземления [6].

По итогу создания модели системы заземления была получена диаграмма электромагнитных полей, изображённая на рисунке 3.

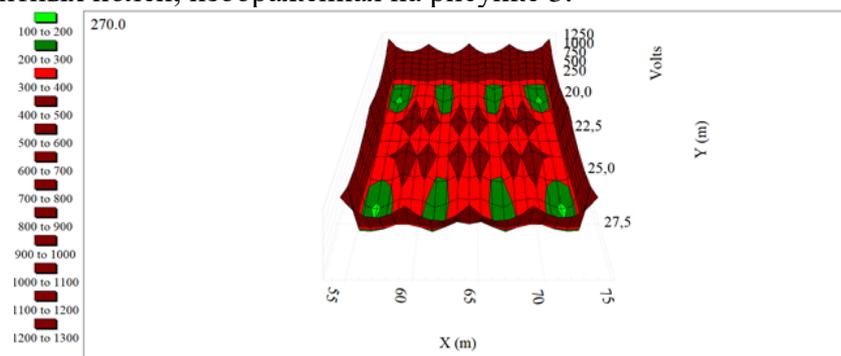


Рис. 3. Диаграмма электромагнитных полей

В данной работе было произведено моделирование систем защиты и заземления оборудования на горнорудном предприятии на примере двигателя насоса главной водоотливной установки. При этом были построены карта селективности и диаграмма электромагнитных полей, наглядно отображающие работоспособность данной схемы. В результате были получены более точные данные о необходимом оборудовании и его настройке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Holmberg K., Erdemir A. et al Global energy consumption due to friction and wear in the mining industry// Tribology International. – 2017. – vol. 115. – Pp. 116–139.
2. Hällgren O. Mine dewatering with submersible pump// World Pumps. – 2006. – vol. 2006. – no. 477. – Pp. 30–31.
3. Sahoo L. K., Bandyopadhyay S., Banerjee R. Water and energy assessment for dewatering in opencast mines//Journal of Cleaner Production. – 2014. – vol. 84. – Pp. 736–745.
4. Stemn E. Analysis of Injuries in the Ghanaian Mining Industry and Priority Areas for Research// Safety and Health at Work. – 2018. – vol. 10. – no. 2. – Pp. 151–165.
5. Мёд А.П., Оголубченко А.С. Исследование режимов работы энергоемких водоотливных установок и разработка системы мониторинга состояния и управления комплексом водоотлива шахты: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2013/fkita/myod/diss/index.htm> (Дата обращения 27.12.2020).
6. ГОСТ 28298-2016 Заземление рудничных электроустановок. Технические требования и методы контроля. – М.: Изд-во стандартов, 2017. – 7 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА УВЛАЖНЕННЫМ ВОЗДУХОМ

В.В. Беспалов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: vic@tpu.ru

SIMULATION OF NATURAL GAS COMBUSTION PRODUCTS BY HUMIDIFIED AIR

V.V. Bepalov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: vic@tpu.ru

***Annotation.** The report discusses the possibility of using humidified air simulating the of natural gas combustion products in laboratory experimental studies of water vapor condensation. An installation scheme and a method for calculating the preheating of the source air are proposed.*

При проведении экспериментов по утилизации тепла дымовых газов котлов на природном газе с конденсацией содержащихся в них водяных паров наиболее сложным является изучение процесса конденсации и определение коэффициента теплоотдачи. В лабораторных условиях университета не всегда возможно использование непосредственно продуктов сгорания природного газа в силу ряда причин, связанных с безопасностью. Однако при проведении таких исследований можно с достаточной степенью адекватности использовать увлажненный воздух [1].

Природный газ содержит в основном метан. Процесс его горения описывается формулой: $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$.

Кислород берется из дутьевого воздуха, а оставшийся азот проходит транзитом через камеру сгорания, не вступая во взаимодействие. Количество водяных паров здесь определяется составом сжигаемого топлива, его влажностью и коэффициентом избытка воздуха. Влагосодержание дымовых газов составляет 0,15 – 0,108 килограмм на килограмм сухих газов ($кг/кг.с.г$), в зависимости от коэффициента избытка воздуха ($\alpha = 1\div 1,4$) [2]. Таким образом состав продуктов сгорания природного газа отличается от состава увлажненного воздуха замещением кислорода на углекислый газ, что не

повлияет на исследование процесса конденсации водяных паров на поверхности теплообмена теплоутилизатора.

На рисунке 1 показана схема установки получения увлажненного воздуха заданных параметров.

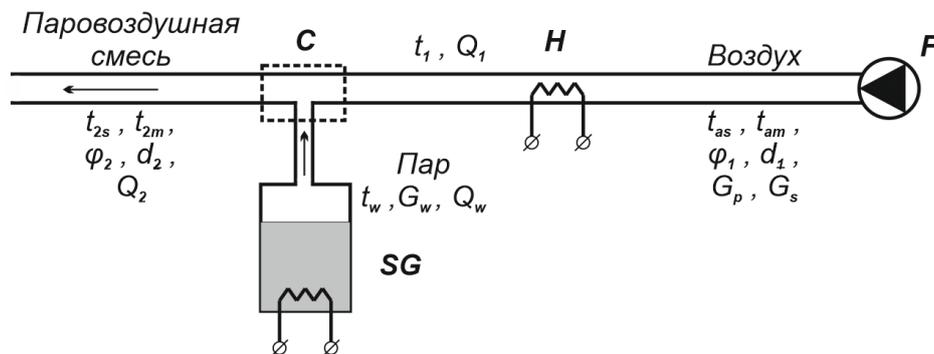


Рис. 1. Схема установки: *F* – вентилятор, *H* – электрический нагреватель воздуха, *C* – камера смешения, *SG* – электрический парогенератор

Начальные параметры воздуха (относительная влажность ϕ_1 , влагосодержание d_1) измеряются психрометрическим методом по температуре сухого t_{as} и влажного t_{am} термометра. По скорости воздуха, измеряемой трубкой Пито, рассчитывается расход воздуха, а также расход сухого воздуха G_s и расход пара в исходном воздухе G_p . Количество подаваемого пара G_w регулируется реостатом электрического парогенератора. Мощность измеряется по показаниям амперметра и вольтметра. Влагосодержание смеси d_2 рассчитывается исходя из влагосодержания исходного воздуха и количества воды, испаренной в парогенераторе.

Для экспериментальных исследований необходимо, чтобы водяные пары в смеси находились в состоянии насыщения. Это определяет температуру смеси. Влагосодержание и температура насыщенных водяных паров [3, 4] связаны между собой при атмосферном давлении зависимостью

$$d_n(t) = 0,622 \cdot \frac{10^b}{760 - 10^b}, \text{ где } b = \frac{156 + 8,12 \cdot t}{236 + t}.$$

Показания сухого t_{2s} и влажного t_{2m} термометра должны быть одинаковыми, относительная влажность ϕ_2 смеси 100%.

Неизвестной величиной является температура t_1 , до которой нужно предварительно нагреть исходный воздух. Если эта температура окажется ниже, то при смешивании с паром возникнет туман или переохлаждение смеси. Если температура окажется выше, то водяные пары будут в перегретом состоянии ($\phi_2 < 100\%$). Искомая температура определяется из теплового баланса

$$G_s \cdot c_{ps} \cdot t_2 + (G_w + G_p) \cdot H_{pw}(t_2) = G_s \cdot c_{ps} \cdot t_1 + G_p \cdot H_{pw}(t_1) + G_w \cdot H_w,$$

где H_w – энтальпия насыщенного пара при 100 °С, c_{ps} – теплоемкость сухого воздуха,

$H_{pw}(t_2)$ – энтальпия насыщенного пара при t_2 , $H_{pw}(t_1)$ – энтальпия пара при t_1 .

Учитывая, что

$$H_{pw}(t_1) = 2500 + 1,8 \cdot t_1$$

температуру t_1 можно выразить и вычислить.

Таким образом для любого количества подмешиваемого пара (влагосодержания получаемой паровоздушной смеси) можно рассчитать необходимую температуру предварительного нагрева исходного воздуха. Результаты расчетов при расходе воздуха 0,00606 кг/с и исходном влагосодержании 0,01 кг/кг.с.г. сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов

Расход подмешиваемого пара G_w (кг/с)	0	0,00024	0,00054	0,00084
Влагосодержание смеси d_2 (кг/кг.с.г.)	0,01	0,05	0,1	0,15
Температура паровоздушной смеси t_2 (°С)	14	40,5	52,7	59,8
Температура подогрева исходного воздуха t_1 (°С)	14	36,5	45,7	50,6

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беспалов В.В. Экспериментальное исследование конденсации водяных паров из парогазовой смеси на вертикальной стенке плоского канала // Технические науки: проблемы и решения: сб. ст. по материалам XXX Международной научно-практической конференции. – М., 2019. – № 12(28). – С.32–36.
2. Стырикович М.А. Парогенераторы электростанций: учебное пособие. – М.: Энергия, 1966. – 384 с.
3. Бурцев С.И. Влажный воздух. Состав и свойства: учеб. пособие. – СПб.: СПбГАХПТ, 1998. – 146 с.
4. Сычев В.В. Термодинамические свойства воздуха. – ГСССД. Серия монографии. – М.: Издательство стандартов, 1978. – 276 с.

ЦИФРОВЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ОБОРУДОВАНИЕМ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С РАСШИРЕННОЙ КОМПОНЕНТОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ РЕГУЛИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Е.П. Грабчак, Е.Л. Логинов

Министерство энергетики Российской Федерации,
Россия, г. Москва, ул. Щепкина, д. 42, 107996

E-mail: loginovel@mail.ru

DIGITAL APPROACHES TO EQUIPMENT MANAGEMENT OF HEAT POWER PLANTS WITH AN EXTENDED COMPONENT OF INTELLECTUAL CONTROL OF PARAMETERS OF REGULATORY DEVICES

E.P. Grabchak, E.L. Loginov

Ministry of Energy of the Russian Federation,
Russia, Moscow, st. Shchepkina, 42, 107996

E-mail: loginovel@mail.ru

***Annotation.** The article discusses digital approaches to controlling the equipment of thermal power plants with an extended component of intelligent control of the parameters of regulatory devices.*

Требования к архитектуре управления оборудованием тепловых электростанций (далее – ТЭС) с расширенной компонентой интеллектуального управления параметрами регулирующих устройств базируются на принятых органами государственной власти решениях, касающихся вопросов информатизации, в т.ч. положениях ведомственной программы Минэнерго России «Цифровая трансформация электроэнергетики России». Необходимо сформировать информационную архитектуру риск-ориентированного управления с использованием интеллектуальных систем управления, привести его инфраструктуру и алгоритмы функционирования в соответствие с современным уровнем системы оценки технического состояния основного оборудования ТЭС в сфере эксплуатации и ремонта, решить проблемы унификации и стандартизации.

Согласно предлагаемым подходам построения информационной инфраструктуры управления оборудованием ТЭС взаимодействие интеллектуальных регулирующих устройств должно быть организовано через центры мониторинга надежности [1–3].

Центры мониторинга надежности предназначены для обработки технологических данных в реальном режиме времени в рамках инфраструктуры управления оборудованием ТЭС, формирования баз данных, автоматизированного процесса риск-ориентированного управления с использованием интеллектуальных систем управления и принятия решений с применением автоматизированных рабочих мест (АРМ) аналитиков. Внедрение системы оценки технического состояния основного оборудования ТЭС и составляющих объектов позволит проводить математическую обработку полученных массивов данных для решения широкого круга расчетно-аналитических и управленческих задач, включая дистанционное конфигурирование и оценку остаточного ресурса оборудования ТЭС. Реализация модели риск-ориентированного управления требует большей, чем имеется сегодня, стандартизации и унификации интерфейсов для достижения интеграции информационных моделей СІМ и ВІМ при строительстве и эксплуатации составляющих объектов тепло- и электроэнергетики и обеспечения координации в работе, развития и поддержки концепции виртуальных данных и вычислительных мощностей.

Центры мониторинга надежности должны становиться информационно-программным продуктом в едином цифровом пространстве (платформе) управления оборудованием ТЭС с расширенной компонентой интеллектуального управления параметрами регулирующих устройств [4, 5].

Наиболее сложной задачей является обеспечение высокого уровня совместимости между приложениями при представлении в вышестоящие центры диспетчерского и технологического управления информации об аварийных событиях с объектов в масштабе реального времени [6].

Работа единой цифровой платформы должна основываться на:

- поддержке различных протоколов передачи данных;
- передаче технологических данных в реальном режиме времени от 100 объектов генерации и 1000 объектов сетевого комплекса;
- использовании российских аналитических продуктов и данных, хранящихся на отраслевой цифровой платформе;
- поддержке распределенных баз данных для прогнозирования, выявления, анализа и оценки рисков аварий на объектах электроэнергетики.

Использование элементов искусственного интеллекта в проектах цифровой модернизации системы планирования ремонтов, модернизаций и реконструкций на основе предикативной аналитики на уровне основных единиц оборудования является доминирующим принципом в едином цифровом пространстве управления оборудованием ТЭС с расширенной компонентой интеллектуального управления параметрами регулирующих устройств. Модель центра мониторинга надежности может быть рассмотрена с позиций перехода на закупку производственных фондов для нужд тепло- и электроэнергетики исходя из стоимости жизненного цикла, что позволяет снижать себестоимость производства и доставки электроэнергии и тепла до потребителя.

Процесс работы информационного центра мониторинга надежности:

- поступление информации от различных объектов;
- интеллектуальная аналитика прогнозирования, выявления, анализа и оценки рисков аварий на объектах тепло- и электроэнергетики;
- формирование метаданных при использовании приложений диагностического мониторинга и оценки технического состояния основного оборудования ТЭС;

- формирование отраслевого заказа на запчасти, материалы и сервисные услуги, необходимые для поддержания технического состояния основных производственных фондов тепло- и электроэнергетики, при этом ненужные данные отсеиваются;
- запуск механизмов эксплуатации и ремонта оборудования ТЭС с учетом фактического технического состояния технологического оборудования ТЭС, поддержание баланса режимов и оптимального технико-экономического прогноза технического воздействия.

Функциональные возможности риск-ориентированного управления с использованием интеллектуальных систем управления должны позволять обрабатывать большой объем данных, что позволит согласовывать оптимальным образом проведение работ на ТЭС и повысить надежность энергоснабжения потребителей и стабильность работы ТЭС в период проведения ремонтных и регламентных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грабчак Е.П., Логинов Е.Л., Романова Ю.А. Проблемы замены изношенного оборудования в электроэнергетике России: приоритеты модернизации в контексте обеспечения надежности и безопасности // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2019. – № 5. – С. 38–43.
2. Грабчак Е.П., Логинов Е.Л. Цифровые подходы к управлению объектами электро- и теплоэнергетики с применением интеллектуальных киберфизических систем // Надежность и безопасность энергетики. – 2019. – Т. 12. – № 3. – С. 172–176.
3. Грабчак Е.П. Цифровая трансформация электроэнергетики. – М.: Кнорус, 2018. – 340 с.
4. Шкута А.А. Развитие интеллектуальных сервисов в автоматизированных информационных системах управления. – М.: Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, 2018. – 214 с.
5. Loginov E.L., Grigoriev V.V., Shkuta A.A., Bortalevich V.Y., Sorokin D.D. Intelligent monitoring, modelling and regulation information traffic to specify the trajectories of the behaviour of organizational agents in the context of receipt of difficult-interpreted information // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering – 2019. – vol. 516. – Article number 012015.
6. Loginov E.L., Raikov A.N. Optimization of the introduction of end-to-end technologies to the energy critical infrastructure on the basis of cognitive simulation // Proceedings of 2018 11th International Conference «Management of Large-Scale System Development» – 2018. – Article number 8551883.

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ СОВМЕСТНОЙ МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЫ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

М.А. Сурков, Б.В. Лукутин, С.Г. Обухов, И.А. Рахматуллин
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: masur@tpu.ru

EXPERIENCE IN IMPLEMENTING JOINT MASTER'S PROGRAM IN THE FIELD OF ELECTRICAL ENGINEERING

M.A. Surkov, B.V. Lukutin, S.G. Obukhov, I.A. Rakhmatullin
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: masur@tpu.ru

***Annotation.** The results of the joint Master's program in Electrical Engineering between Tomsk Polytechnic University and the Czech Technical University (Prague). Implementation problems are considered and recommendations on possible solutions are given.*

Программа разработана в рамках реализации Соглашения о разработке и реализации Совместной образовательной программы между Томским политехническим университетом (ТПУ, г. Томск, Российская Федерация) и Чешским техническим университетом в Праге (ЧТУ, г. Прага, Чешская Республика). Совместная программа «Производство и транспортировка электрической энергии» разработана в соответствии с образовательными стандартами Российской Федерации на основе лицензированной программы «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения» (направление 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника») и Чешской Республики на основе программы «Электротехника, энергетика и менеджмент» (направление «Экономика и менеджмент в электроэнергетике»), реализованных в ТПУ и ЧТУ, соответственно.

Выпускникам присуждаются степени и выдаются дипломы двух университетов:

- 1) ТПУ: Магистр техники и технологии по направлению «Электроэнергетика и электротехника» (Оптимизация развивающихся систем электроснабжения);
- 2) ЧТУ: Магистр техники и технологии в области электротехники, энергетике и менеджмента (Экономика и менеджмент в электроэнергетике).

Форма обучения – очная, срок обучения составляет 2 года, язык обучения - английский.

Студенты, поступившие на Совместную программу, в первом и втором семестрах проходят обучение в университете, где были зачислены в магистратуру, в третьем и четвертом семестрах в вузе-партнёре. По итогам обучения студенты готовят выпускные квалификационные работы. Защиты выпускной квалификационной работы по энергетике и экономике проходят в ТПУ и ЧТУ, соответственно. Университеты принимают обязательства зачёта результатов аттестации студентов по дисциплинам Совместной программы в вузе-партнёре.

Государственная итоговая аттестация студентов, обучающихся по Совместной программе, состоит из представления и защиты выпускных квалификационных работ в ТПУ и ЧТУ и устных экзаменов по специальным дисциплинам и разделам в ЧТУ. Государственный экзамен студенты сдают в соответствии с правилами ЧТУ.

Обучение студентов в вузах-партнёрах проходит на английском языке. Соответственно, условием приёма студентов на Совместную программу, кроме мотивации диплома бакалавра вуза-партнёра с высоким средним баллом, является сертификат по английскому языку не ниже B2.

Для совершенствования английского языка студентов в учебную программу бакалаврской подготовки дополнительно введена дисциплина «Профессиональный английский язык». Эту дисциплину ведут преподаватели профилирующих кафедр. Для консультации к ним прикреплены кураторы – ведущие преподаватели кафедры иностранных языков.

Кроме высокого уровня владения английским языком студентами и преподавателями, необходимо англоязычное методическое обеспечение дисциплин Совместной программы. Преподаватели, участвующие в реализации магистерской программы, должны не просто свободно владеть иностранным языком, а иметь высокую компетенцию именно в профессиональной области преподаваемой дисциплины.

Реализация образовательной программы на английском языке требует серьёзных усилий при подготовке методических материалов и англоговорящих преподавателей профилирующих кафедр. Следует отметить, что даже решение указанных вопросов оставляет открытыми вопросы общения студентов с административными службами университета и общения в быту. Языковая проблема является одной из важнейших при подготовке образовательных программ в неанглоговорящих странах.

Другой проблемой являются различия в законодательстве стран-партнёров по образовательной программе в области работы с иностранными студентами. Возникающие вопросы приходится решать на уровне университетов, что требует внимания и доброй воли со стороны руководства.

DD-программа основана на двух различных профилях (преимущественно технический – ТПУ, преимущественно экономический – ЧТУ), что ведёт к невозможности включения всех изучаемых в вузах-партнёрах в учебный план Совместной программы. Стремление не потерять качество подготовки в таких условиях ведёт к повышенной учебной нагрузке студентов.

Кроме того, имеется несовпадение во времени семестров ТПУ и ЧТУ, что влечёт необходимость сдвига защиты ВКР в ТПУ для российских студентов с организацией дополнительных заседаний Государственной аттестационной комиссии и необходимость постоянного контакта руководителей ВКР и студентов как во время пребывания обучающихся в вузе-партнёре, так и в летний период.

Различные профили подготовки студентов в вузах-партнёрах определили целесообразность подготовки ВКР, состоящей из двух частей. Техническая часть готовится в ТПУ и посвящается проработке вопросов электроснабжения некоторого хозяйственного объекта. В ЧТУ студенты проводят экономическое обоснование технических решений, принятых в ВКР. Таким образом, можно говорить о комплексном характере ВКР.

Юридически статус студентов Совместной программы определяется переводом на индивидуальный план обучения. В соответствии с Российскими образовательными стандартами ФГОС3++ применение индивидуального учебного плана позволяет повысить объём дисциплин, изучаемых в год, до 75 з.е. относительно рекомендованного 60 з.е. Эта возможность позволяет решить проблему стыковки учебных планов профилей подготовки вузов-партнёров в Совместной программе.

В целом, программа двойного диплома «Производство и транспортировка электрической энергии» между Томским политехническим университетом и Чешским техническим университетом реализуется достаточно успешно. Свидетельством тому является её реализация с 2011 года. За это время успешно закончили программу несколько десятков студентов из России и Чехии. В настоящее время по программе обучаются 21 студент.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОРОДНОЙ НАДСТРОЙКИ НА АЭС С РЕАКТОРОМ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ

В.Е. Губин, А.М. Антонова, В.Ю. Борисов, А.В. Воробьев
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: gubin@tpu.ru

ANALYSIS OF EFFICIENCY OF THE HYDROGEN ADJUSTMENT TO A NPP WITH A FAST NEUTRON REACTOR

V.E. Gubin, A.M. Antonova, V.Yu. Borisov, A.V. Vorobiev
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: gubin@tpu.ru

***Annotation.** The object of the research is hydrogen complex with the BN-1200 power unit. The purpose of the work is to consider the methods of integration hydrogen plant with a fast neutron reactor power unit and to analyze the technical and economic efficiency of the atomic-hydrogen power unit BN-1200. The calculation researches following were out: thermal calculations of the third circuit of the BN-1200 with single and double overheating of steam in hydrogen combustion chambers.*

Водород представляет особый интерес как топливо и энергоноситель ввиду его максимальной удельной энергетической емкости, высокой температуры сгорания и экологичности. Большое число публикаций в последнее время посвящено вопросам повышения КПД атомных станций путем водородной надстройки [1–3]. Исследование для АЭС с реактором на быстрых нейтронах имеет особую актуальность, поскольку в этом случае возможна реализация замкнутого ядерного топливного цикла.

В работе поставлена цель оценки эффективности и возможности практической интеграции водородного комплекса с энергоблоком с быстрым реактором БН-1200, для которого в настоящее время ОАО СПБАЭП разработан проект. Водородная надстройка энергоблока выполняется без внесения изменений в схемы и оборудование первого и второго контуров и заключается в дополнительном подводе теплоты за счет сжигания водорода в третьем контуре; при этом возможно несколько схемных вариантов.

В рассмотренном комплексе перед цилиндром высокого давления (ЦВД) паровой турбины установлена камера сгорания. Водород и кислород для перегрева свежего пара подаются компрессорами из системы хранения через буферные емкости. Анализ эффективности применения водорода на АЭС с реактором БН-1200 проведен на основе вариантных расчётов тепловой схемы. Варьируемой переменной является температура перегретого пара после камеры сгорания, диапазон ее изменения: 510 – 810 градусов с шагом в 100 градусов; результаты расчетов представлены на рисунке 1. За счет высоких значений температуры пара на входе в турбину КПД нетто энергоблока увеличился от исходного значения 0,370 до 0,380 (при 610 °С) и до 41,5% (при 810 °С); электрическая мощность генератора энергоблока возрастает при этом от 1200 МВт до 1360 МВт (при 610 °С) и до 2372 МВт (при 810 °С). Увеличение температуры перегретого пара выше 610°С в настоящее время ограничено материаловедческими и экономическими факторами. Поэтому в реальных условиях максимальный прирост КПД нетто энергоблока составляет 2,7 % (отн.), максимальный прирост мощности – 13,3 %.

В результате анализа существующих методов получения водорода наиболее приемлемым оказался электролиз воды. Он протекает при невысоких температурах и

не требует дополнительного сырья. Произведенный водород можно запасать в системе хранения.

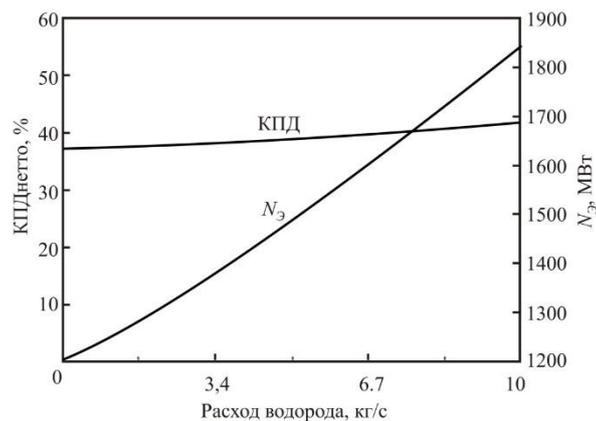


Рис. 1. Зависимости КПД нетто и электрической мощности энергоблока с водородной надстройкой от расхода водорода в камеру сгорания

На рисунке 2 приведены результаты расчетов для энергоблока с водородным перегревом пара до 610 °С за счет подвода водорода в количестве 3,4 кг/с в течение 5 часов (время пиковой нагрузки). Анализ показывает, что требуется установка 75 крупногабаритных электролизеров типа ЭУ-1000/1.6 с габаритами 5 м/6,5 м/2,7 м. Это делает производство водорода для повышения экономичности АЭС технически и экономически невозможным.

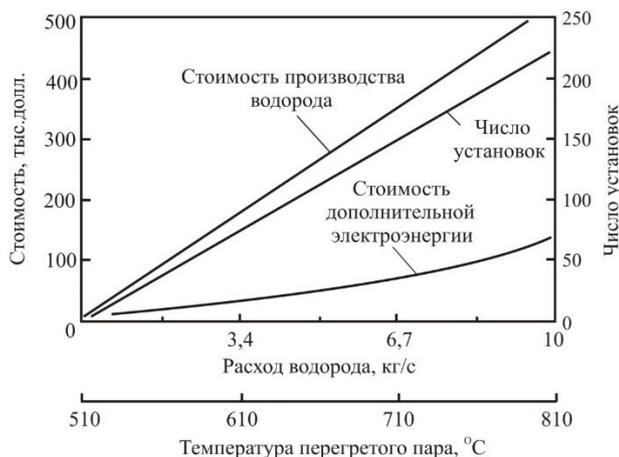


Рис. 2. Число электролизных установок в зависимости от расхода водорода в камеру сгорания и температуры перегретого пара.

При удельной стоимости водорода, производимого методом электролиза 3 долл./кг и удельной стоимости электроэнергии 0,04 долл./(кВт·ч) [4] затраты на получение водорода в рассмотренных условиях в 5 раз превышают стоимость дополнительной электроэнергии, полученной за счет его сжигания (рисунок 2).

Кроме того, производимого на электролизных установках количества кислорода недостаточно для стехиометрического окисления в камерах сгорания (на один кг водорода необходимо подводить 8 кг кислорода), что приводит к необходимости применения дополнительных генераторов кислорода или его масштабной покупки.

Таким образом, повышение тепловой экономичности энергоблоков АЭС и получение пиковой мощности за счет сжигания водорода в камерах сгорания в настоящее время оказалось неэффективным технико-экономически. Это вызвано

высокими капитальными затратами в турбоустановку, связанными с применением высококачественных материалов при высоких температурах пара, огромными габаритами электролизной установки и потреблением ею большого количества электроэнергии, большими затратами на покупку кислорода от внешних производителей или на установку адсорбционных генераторов кислорода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Aminov R.Z., Bairamov A.N., Garievskii M.V. Assessment of the Performance of a Nuclear-Hydrogen Power Generation System// Thermal Engineering. – 2019. – vol. 66. – no. 3. – Pp. 196–209.
2. Аминов Р.З., Байрамов А.Н. Оценка системной эффективности АЭС в комбинировании с водородным энергетическим комплексом // Известия РАН. Энергетика. – 2019. – № 1. – С.70–81.
3. Аминов Р.З., Байрамов А.Н. Комбинирование водородных энергетических циклов с атомными электростанциями. – М.: Наука, 2016. – 254 с.
4. Радченко, Р.В., Мокрушин А.С., Тюльпа В.В. Водород в энергетике. – Екатеринбург : Издательство Урал. ун-та, 2014. – 229 с.

СЕКЦИЯ 4. ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА 3D-ПЕЧАТНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.А. Климёнов, В.А. Юркина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: klimenov@tpu.ru

AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF GAMMA RADIATION ON 3D PRINTED COMPOSITE MATERIALS FOR IN-SPACE MANUFACTURING PURPOSES

V.A. Klimenov, V.A. Yurkina

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: klimenov@tpu.ru

Annotation. This work investigation of the effects of gamma radiation on 3d printed composite materials for in-space manufacturing purposes. Commercial PEEK pellets (polyetheretherketone) filled with fiberglass were used for three-dimensional printing of samples. The gamma radiation dose of the samples was 150 kGy. Testing samples were manufactured using Fused Deposition Modeling (FDM) on an experimental TPU 3D printer.

В настоящее время применение аддитивных технологий для космического материаловедения набирает все большую популярность. Методом аддитивных технологий был разработан и реализован первый отечественный корпус малого космического аппарата – «Томск-ТПУ-120» [1]. Данного рода спутники предназначены для получения многочисленных данных о состоянии космического пространства, отработки элементов связи между спутниками, осуществления съёмки земли из космоса и т.п. [2]. Поэтому, очень важен материал, из которого изготовлен спутник, ведь устойчивость в среде эксплуатации позволит продлить срок службы данных аппаратов. Кроме того, изготовление спутника аддитивными методами позволит существенно снизить затраты на материалы и стоимость выпуска корпуса на орбиту, в сравнении с подобными, изготовленными традиционными методами.

В условиях космоса космические аппараты, подвергаются воздействиям высоких температур, магнитных волн, вибрационным нагрузкам, радиации [3]. Под действием радиационного излучения в полимерах происходят реакции, которые приводят к процессам старения материала. Процесс старения под действием излучения вызывается из-за возникновений точечных дефектов в кристаллической решетке.

Экспериментальные исследования влияния гамма-излучения на образцы, полученные 3D-печатью проводили авторы [4, 5], которые показали, что полилактид (PLA) способен к эксплуатации при накопленной дозе до 100 кГр, а акрилбутадиенстирол (ABS) до 1000 кГр, поэтому существует необходимость исследования влияние гамма-излучения на разрабатываемые высокотемпературные пластики и напечатанные из них изделия.

В качестве материала для исследования влияния гамма-излучения был выбран высокотемпературный полимерный композиционный материал на основе полиэфирэфиркетона (ПЕЕК), наполненный 30% рубленым стекловолокном.

Выполнили цифровую 3D-модель стандартных образцов для проведения физико-механических испытаний согласно ГОСТ 11262-2017 (ISO 527-2:2012), ГОСТ 4648-2014 (ISO 178:2010). Для трехмерной печати использован 3D – принтер, разработанный в НИ «Томском политехническом университете», научно-производственной лабораторией «Современные производственные технологии» ИШНПТ.

Испытания воздействия облучения проводились с помощью импульсного электронного ускорителя АСТРА-М. Показатели при импульсном электронном облучении: зарядное напряжение 2400 В, количество импульсов 1 имп/с, диаметр обработки: 50 мм, доза облучения 150 кГр.

Физико-механические испытания полученных образцов проводились с помощью разрывной машины Gotech AI-7000M.

Результаты физико-механических испытаний представлены на рисунках 1 и 2. Полученные результаты показали, что прочностные свойства образцов после влияния космических факторов незначительны.

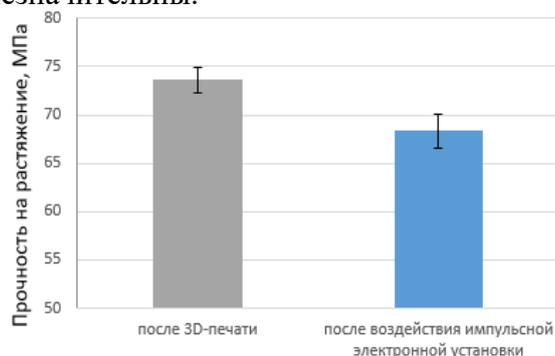


Рис. 1. Результаты исследования образцов на растяжение

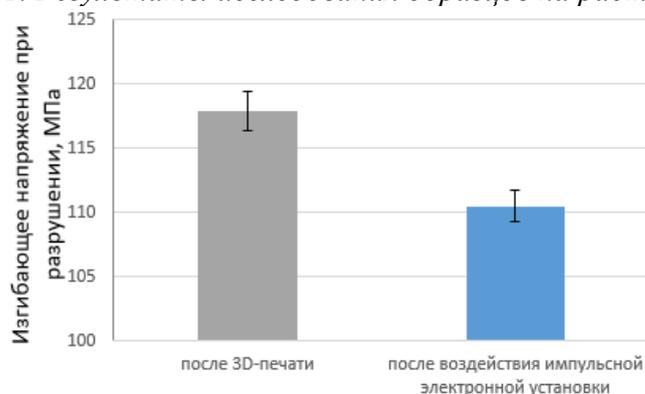


Рис. 2. Результаты исследования образцов на статический изгиб

В ходе исследования были обнаружены лишь незначительные изменения свойств материала. Данный материал, может применяться для космических аппаратов с малым сроком службы без учета старения. Поведение материала при более длительном воздействии космических факторов требует дальнейшего изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Derusova D. A. et al Nondestructive Testing of CubSatSatellite Body Using Laser Vibrometry //Russian Journal of Nondestructive Testing. – 2019. – vol. 55. – no. 5. – Pp. 418–425.
2. Петрукович А.А., Никифоров О.В. Малые спутники для космических исследований// Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. – 2016. – Т. 3. – № 4. – С. 22–31.
3. Kutz M. Applied Plastics Engineering Handbook: Processing, Materials and Applications. Second Edition. – Norwich: William Andrew, 2017. – 784 p.

4. West C. et al Effects of gamma irradiation upon the mechanical and chemical properties of 3d-printed samples of polylactic acid //Journal of Manufacturing Science and Engineering. – 2019. – vol. 141. – no. 4. – Article number 041002.
5. Rankouhi B. et al An experimental investigation of the effects of gamma radiation on 3d printed abs for in-space manufacturing purposes //ASME 2016 International Mechanical Engineering Congress and Exposition. – 2016.– vol.1.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАРБАРИЛА
НА МОДИФИЦИРОВАННОМ УГЛЕРОДНЫМИ ЧЕРНИЛАМИ ЭЛЕКТРОДЕ
МЕТОДОМ АНОДНОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ**

Е.И. Короткова, Е.В. Дорожко, А.С. Гашевская, Е.В. Михеева
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: eikor@tpu.ru

**RESEARCH OF THE ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF CARBARYL
ON A MODIFIED CARBON INK ELECTRODE BY ANODE VOLTAMMETRY
METHOD**

E.I. Korotkova, E.V. Dorozhko, A.S. Gashevskaya, E.V. Mikheeva
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: eikor@tpu.ru

***Annotation.** The method of anodic voltammetry for the determination of carbaryl in model media was first proposed. The use of an electrode modified with carbon ink as an indicator allows to increase the detection sensitivity. This method will be used for the quantitative analysis of food and drinking water for the content of carbaryl.*

Мониторинг остатков пестицидов в пищевых продуктах, питьевой воде и почве представляет собой один из наиболее важных шагов по минимизации потенциальных опасностей для жизни человека. Высокоэффективными инсектицидами, обладающими широким спектром действия являются карбаматы. Значение ПДК карбаматов, установленных регулирующими органами, варьируются от 0,01 до 10 мг/кг [1]. Для обнаружения такого низкого содержания необходимо разработка высокочувствительных методов определения. В настоящее время для определения карбаматов, в основном, используют хроматографические методы [2]. Определение карбаматов высокочувствительным, экспрессным и недорогим электрохимическим методом представляет практический интерес [3–5]. Целью работы являлось исследование электрохимических свойств карбаматов на модифицированных угольными чернилами электродах методом анодной вольтамперометрии.

Для исследования карбаматов в качестве модельного соединения выбран карбарил, представляющий собой α -нафтиловый эфир N-метилкарбаминовой кислоты. Исследованы электрохимические свойства карбарила методом анодной вольтамперометрии на модифицированном углеродными чернилами электроде.

В качестве индикаторного электрода использовался графитовый импрегнированный электрод, полученный пропиткой под вакуумом спектрального угля эпоксидными смолами. Модификатор, представляющий собой смесь микрокристаллического графита и полистирола в 1,2-дихлорэтаноле (углеродные чернила) наносили на поверхность индикаторного электрода. Вспомогательный электрод и электрод сравнения – платиновый и хлоридсеребряный электроды, соответственно. Рабочий раствор

карбарила готовили растворением навески ГСО карбарила в этиловом спирте. В качестве фонового электролита использовали спиртовой раствор 0,1 М КСlO₄.

Исследование электрохимических свойств карбарила на немодифицированном и модифицированном углеродными чернилами электродах проводили в диапазоне потенциалов от -2,5 до +2,5 В при скорости развертки потенциала 70 мВ/с. Вольтамперограммы электрохимического окисления карбарила на немодифицированном и модифицированном углеродными чернилами электродах представлены на рисунке 1.

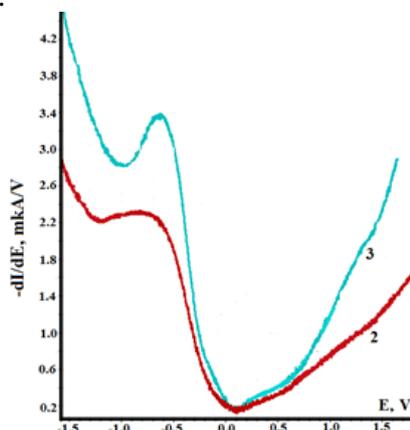


Рис. 1. Вольтамперограммы электроокисления карбарила: 1=2 – $C = 0,4 \cdot 10^{-8} M$ (немодифицированный электрод), 2=3 – $C = 0,4 \cdot 10^{-8} M$ (модифицированный углеродными чернилами электрод)

Из рисунка 1 следует, что на модифицированного углеродными чернилами электроде чувствительность определения карбарила при потенциале -0,8 В выше, чем на немодифицированном. Линейная зависимость тока электроокисления карбарила на модифицированном электроде углеродными чернилами наблюдалась в диапазоне концентраций от $0,2 \times 10^{-8}$ до $1,6 \times 10^{-8}$ моль/дм³.

Рассчитанная рабочая поверхность импрегнированного электрода составляет 0,013 см²; для электрода, модифицированного углеродными чернилами, рассчитанное значение рабочей поверхности, практически, в 10 раз больше и составляет 0,103 см².

Таким образом, впервые предложен метод анодной вольтамперометрии для определения карбарила в модельных средах. Использование модифицированного углеродными чернилами электрода позволяет увеличить чувствительность определения. Данный метод будет использован для количественного анализа продуктов питания и питьевой воды на содержание карбарила.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГН 1.2.1323-03 Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды. – М.: Бюллетень нормативных и методических документов Россанэпиднадзора, 2019. – 202с.
2. Alamgir Zaman Chowdhury M, Fakhruddin A.M, Nazrul Islam M, Moniruzzaman M, Gan S.H, Khorshed Alam M. Detection of the residues of nineteen pesticides in fresh vegetable samples using gas chromatography–mass spectrometry. // Food Control. – 2013. – vol. 34. – no. 2. – Pp. 457–465.
3. Çelebi M.S., Oturan N., Zazou H., Hamdani M., Oturan M.A. Electrochemical oxidation of carbaryl on platinum and boron-doped diamond anodes using electro-Fenton technology.// Separation and Purification Technology. – 2015. – vol.156. – Pp. 996–1002.

4. Moraes F.C., Mascaro L.H., Machado S.S., Brett C.A. Direct electrochemical determination of carbaryl using a multi-walled carbon nanotube/cobalt phthalocyanine modified electrode. // *Talanta*. – 2009. – vol. 79. – no. 5. – Pp. 1406–1411.
5. Liu B, Xiao B. and Cui L. Electrochemical analysis of carbaryl in fruit samples on grapheme oxide-ionic liquid composite modified electrode. // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2015. – vol. 40. – Pp. 14–18.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗА (III) В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ МЕТОДОМ ТВЕРДОФАЗНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДИФФУЗНОГО ОТРАЖЕНИЯ

С.В. Романенко, А.В. Гераскевич, Е.В. Ларионова, А.Н. Пестряков
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: evl@tpu.ru

DETERMINATION OF IRON (III) IN WATER SAMPLES BY DIFFUSE REFLECTANCE SPECTROMETRY

S.V. Romanenko, A.V. Geraskevich, E.V. Larionova, A. N. Pestryakov
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: evl@tpu.ru

***Annotation.** We introduce solid phase sensor for iron (III) determination in water samples by diffuse reflectance spectrophotometry. Sensor consists of thin-layer chromatography plate modified by polyhexamethylene guanidine and chromogenic reagent Ferron. The measurement procedure is simple, rapid and can be performed as on-site analysis. Solid phase sensor coupled with diffuse reflectance spectrophotometry has been used to monitor iron (III) in water samples in the 0.5–5.0 mg/dm³ range. Results are in good agreement with solution spectrophotometry.*

Известно, что железо играет важную роль в биологических и геохимических процессах. Для мониторинга содержания железа в водных объектах широко применяются различные варианты хроматографических и спектроскопических методов, характеризующиеся хорошей чувствительностью и селективностью. Однако требуется сложная пробоподготовка и дорогостоящее оборудование. Для целей экспрессного контроля железа необходима разработка мобильных аналитических комплексов, обладающих низкой стоимостью, экспрессностью, низкими пределами обнаружения и не требующим предварительной пробоподготовки. В мировой практике бурно развиваются подходы экспрессного определения токсикантов на основе твердофазных сенсоров (оптодов), обладающих хорошей селективностью и чувствительностью [1, 2]. Однако выбор составляющих оптода для получения сенсора с заданными свойствами (избирательность, чувствительность, низкая стоимость) может быть затруднителен из-за большого количества возможных комбинаций. Для получения аналитического сигнала метод спектроскопии диффузного отражения является наиболее перспективным из-за простого аппаратного оформления, возможности автоматизации и увеличения чувствительности по сравнению с абсорбционной спектроскопией.

Цель данной работы является разработать конструкцию твердофазного сенсора и показать возможность его применения для экспрессного контроля железа (III) в водных объектах.

В качестве твердого носителя сенсора использовали тонкослойные хроматографические пластины (слой силикагеля 90–120 мкм на

полиэтилентерефталатной основе, ограниченной силоксаном). В качестве комплексообразующего реагента использовали раствор 7-йод-8-гидроксихиолин-5-сульфоновой кислоты (феррон). Предварительно поверхность пластинок обрабатывали раствором полигексаметиленгуанидина хлорида (ПГМГ). Закрепленный ПГМГ, являясь сильным основанием, создает на поверхности силикагеля положительно заряженный полимерный слой, с которым взаимодействуют сульфогруппы феррона, в результате чего происходит закрепление реагента на сорбенте.

Полученные твердофазные сенсоры опускали в раствор железа (III), окрашенный комплекс образовывался непосредственно на поверхности сенсора. Аналитический сигнал получали методом спектроскопии диффузионного отражения. Стандартную спектрофотометрию в растворах использовали как метод сравнения.

В работе получены градуировочные характеристики стандартных растворов железа (III) от 0,5 до 5 мг/дм³ с использованием классической спектрофотометрии растворов и твердофазной спектрофотометрии с использованием предложенного сенсора. Соответствующие коэффициенты корреляции (в диапазоне 0,967–0,996) и значимость угла наклона прямой указывают на линейность во всем диапазоне концентраций. Для подтверждения правильности работы сенсора определяли содержание железа (III) в поверхностных водах Томской области методом «введено-найденно». Спектрофотометрический метод определения железа (III) с помощью феррона в растворах был использован как метод сравнения. Найденно, что результаты определения железа (III) с помощью твердофазного сенсора хорошо согласуются с результатами, полученными с помощью классической спектрофотометрии в растворах.

Таким образом, в работе предложенный твердофазный сенсор для определения железа (III) на основе хроматографической пластинки, модифицированной ПГМГ и ферроном, обладает высокой чувствительностью, селективностью и низкой стоимостью. Сенсор совмещенный с методом спектроскопии диффузионного отражения может быть использован для разработки портативного комплекса для экспресс определения железа (III) в объектах различного типа: сточные, промышленные, водопроводные и минеральные воды, образцы пищи и почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Matsuoka S., Yoshimura K. Recent trends in solid phase spectrometry: 2003–2009. A review // *Analytica Chimica Acta*. – 2010. – vol. 664. – no.1. – Pp. 1–18.
2. Alberti G., Emma G., Colleoni R., Nurchi V.M., Pesavento M., Biesuz R. Simple solid-phase spectrophotometric method for free iron (III) determination // *Arabian Journal of Chemistry*. – 2019. – vol. 12. – no. 44. – Pp. 573–579.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПИЩЕВЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ В КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ МЕТОДОМ ТВЕРДОФАЗНОЙ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ

А.А. Дудкина, Т.Н. Волгина, М.А. Гавриленко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: glenke@tpu.ru

DETERMINATION OF FOOD SYNTHETIC DYES IN ACID-DAIRY PRODUCTS BY THE METHOD OF SOLID-PHASE SPECTROPHOTOMETRY

A.A. Dudkina, T.N. Volgina, N.A. Gavrilenko

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: glenke@tpu.ru

***Annotation.** Solid-phase extraction was studied for food synthetic dyes Tartrazine E102, Yellow "Sunset" E110, Ponso 4R E124 and the Patented Blue E131 from yoghurts and biokefirs in a transparent polymethylmethacrylate matrix as a solid extractant. The effectiveness of the proposed approach is shown to identify and determine the content of 2 food-grade synthetic dyes by visual and spectrophotometric methods. The optimal conditions for the analysis correspond to $pH < 3$, the duration of dye extraction into the polymer matrix is 20 min, the range of detected concentrations is 0.2–40.0 mg / kg with a detection limit of 0.05 mg/kg, and an excess of sweeteners and preservatives does not significantly affect the results of the analysis.*

В мировой практике производства продуктов питания широко применяют синтетические красители (СК) вследствие их устойчивости к изменениям температуры и pH среды, стабильности при действии света и дешевле натуральных красителей. При этом выявлен ряд возможных негативных последствий для здоровья человека, к которым приводит их употребление, что привело к разработке и введения в практику контроля качества продуктов перечня красителей и нормативов их содержаний. Синтетические красители могут быть использованы индивидуально или в комбинации, но индивидуальная концентрация не может превышать определенный уровень, который для большинства красителей варьируется от 2 до 100 мг/кг [1, 2]. В регламентируемом диапазоне концентраций и ниже его, актуальным является разработка новых и адаптация существующих аналитических методик для пищевых продуктов со сложными матрицами.

Перспективным методом является твердофазная спектрофотометрия, позволяющая сочетать сорбционное концентрирование и последующее фотометрическое определение непосредственно на поверхности или в объеме сорбента. В практике анализа наиболее удобны сенсоры, основанные на оптических прозрачных полимерных матрицах, которые позволяют визуально наблюдать изменение окраски [3]. Преимуществом таких матриц является комбинирование гидрофобного полимерного каркаса полиметакрилата, полиакриламида или полидивинилбензола, позволяющего удерживать экстрагируемое вещество в твердой фазе, с гидрофильными полимерными цепями полиэтиленгликоля, обеспечивающих равномерное распределение экстрагируемого вещества в объеме полимера с сохранением его прозрачности [4, 5].

Целью данной работы является разработка полиметилметакрилатного оптода для твердофазной экстракции синтетических пищевых красителей Тартразин E102, Желтый «Солнечный закат» E110, Понсо 4R E124 и Патентованный синий E131 для их визуального или спектрофотометрического определения.

Использование пищевых синтетических красителей в молочной продукции связано с взаимодействием между их серу- и азотсодержащими группами и белками молочной основы. Для разрушения связей ассоциатов использован один из вариантов жидкостной экстракции cloud point extraction (CPE) метод, заключающийся в добавлении к образцу раствора ПАВ в гидрофильном растворителе [6]. Пробоподготовка методом CPE позволяет отделить красители от белковой матрицы и количественно перевести красители в надосадочную жидкость. В противном случае коагуляции белковых матриц приводит к потерям при выделении анализируемых компонентов.

При исследовании влияния рН среды на молочные продукты выявлено, что сдвиг кислотности среды до рН <3 привел к конгломерации белков с хорошо заметным визуальным переходом красителей в надосадочную жидкость. Низкое рН 1-3 анализируемого раствора позволяет без ограничений использовать экстракционный потенциал ПММ и получить максимальный аналитический сигнал после ТФЭ.

При увеличении рН среды происходит диссоциация сульфогрупп, что приводит к образованию протонированной формы красителей, ближе к нейтральной среде наблюдается депротонизация аммонийных атомов азота, все перечисленное ведет к снижению эффективности ТФЭ. Кроме рН раствора на интенсивность окраски влияет время экстракции, оптимальное значение которого по экспериментальным данным составляет 20 минут. Эмульгаторы и подсластители, входящие в состав кисломолочных продуктов не обладают собственной окраской и не мешают определению СК.

Методика апробирована при определении СК в йогуртах и биокефирах, где их содержание регламентируется требованиями по применению пищевых добавок [1, 2]. Содержание красителей в анализируемых объектах находили прямой спектрофотометрией пластинок ПММ по градуировочным зависимостям, построенным с использованием стандартных растворов, а также по методу добавок. Результаты и метрологические характеристики определения красителей E122, E124, E124 и E133 свидетельствуют о том, что предлагаемая твердофазно-спектрофотометрическая методика с использованием ПММ применима для определения СК в молочной продукции в диапазоне 0.2–40.0 мг/кг с пределом обнаружения 0.05 мг/кг. Определению указанных красителей не мешают компоненты пищевой матрицы и наличие взвешенных частиц в объекте анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. European Parliament and Council Directive № 95/2/EC of 20 February 1995. On food additive other than colours and sweeteners. // Official journal. – 1995. – vol 61. – 63 p.
2. Commission Directive 1999/21/EC of 25 March 1999 on dietary foods for special medical purposes // Official journal. – 1999. – vol 91. – 35 p.
3. Dudkina A.A., Volgina T.N., Saranchina N.V., Gavrilenko N.A., Gavrilenko M.A. Colorimetric determination of food colourants using solid phase extraction into polymethacrylate matrix // Talanta. – 2019. – vol. 202. – Pp. 186–189.
4. Candish E., Khodabandeh A., Gaborieau M., Rodemann T., Shellie R.A., Gooley A.A., Hilder E.F. Poly(ethylene glycol) functionalization of monolithic poly(divinyl benzene) for improved miniaturized solid phase extraction of protein-rich samples // Analytical and Bioanalytical Chemistry. – 2017. – vol. 409. – no. 8. – Pp. 2189–2199.
5. Wang T.-T., Chen Y.-H., Ma J.-F., Hu M.-J., Li Y., Fang J.-H., Gao H.-Q. A novel ionic liquid-modified organic-polymer monolith as the sorbent for in-tube solid-phase microextraction of acidic food additives // Analytical and Bioanalytical Chemistry. – 2014. – vol. 406. – № 20. – Pp. 4955–4963.
6. Heidarizadi E., Tabaraki R. Simultaneous spectrophotometric determination of synthetic dyes in food samples after cloud point extraction using multiple response optimizations // Talanta. – 2016. – vol. 148. – Pp. 237–246.

СЕКЦИЯ 5. МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВ

РЕЗЕРВИРОВАНИЕ КАНАЛОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ТЕЛЕМЕХАНИКИ

А.Д. Житников, С. В. Ефимов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: zhitnickow2012@yandex.ru

RESERVATION OF DATA-TRANSFER CHANNELS IN A TELEMECHANICAL SYSTEM

A. D. Zhitnikov, S. V. Efimov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: zhitnickow2012@yandex.ru

***Annotation.** This article discusses the features of constructing communication channels in the telemechanic system of the main pipeline. Special attention is given to the structure of the redundant data transmission system.*

В системах телемеханики передача данных осуществляется на большие расстояния, в процессе передачи важно, чтобы данные об изменении параметров контролируемых объектов поступали на диспетчерские пункты с минимальными задержками [1]. Как правило, такие объекты, они же КП (контролируемые пункты) собирают параметры с территориально распределенных объектов, например, газопроводов, и находятся в труднодоступных местах. КП удалены на значительные расстояния, десятки и сотни километров, выезд на их место локации влечет существенные финансовые затраты. Поэтому важно иметь надежные каналы связи КП с диспетчерским пунктом для удаленного контроля и мониторинга процессов, протекающих на объекте.

В данной работе в качестве объекта исследования выступает система телемеханики магистрального трубопровода, протяженностью 230 км. На всём его протяжении расположены КП, которые собирают данные о протекающих на объекте технологических процессах. В условиях труднопроходимых участков, а также с учетом необходимости скоростной передачи данных между КП и диспетчерским пунктом предлагается использовать мобильную сеть [2]. Данное решение позволяет сэкономить средства на прокладку и обслуживание проводных каналов связи. Одним из важных факторов промышленной связи является безопасность каналов передачи данных. Для этого в проекте предусмотрено использовать VPN-туннель (Virtual Private Network) [3] – виртуальную частную сеть, у которой нет доступа в открытый интернет.

С целью повышения надежности передачи данных применяется резервирование оборудования связи [4], а также самих каналов связи. На каждом КП установлен модем, имеющий две SIM-карты различных провайдеров. Наличие двух SIM-карт различных провайдеров позволяет повысить общую надежность системы, так как за счет разных локаций КП, SIM-карты могут иметь различный уровень входящего/исходящего сигнала, также это предотвращает потерю связи при возможных перебоях в работе провайдера. Единовременно КП может передавать данные только по одной из SIM-карт, выбирает SIM-карту алгоритм контроллера, который анализирует качество сигнала и проверяет связь с диспетчерским пунктом. В диспетчерский пункт сигналы с КП поступают через маршрутизаторы. В системе задействованы два маршрутизатора,

каждый из которых, также, как и КП, имеет две SIM-карты разных провайдеров. В отличие от КП, у которых передача данных может идти только по одной из двух SIM-карт, SIM-карты маршрутизаторов активны одновременно. Это обусловлено тем, что на разных КП могут быть выбраны разные провайдеры. Работа маршрутизаторов организована через горячее резервирование, они составляют кластер [5]. В системе один из маршрутизаторов – главный, он перенаправляет данные через общий шлюз в локальную сеть и далее на диспетчерский пункт. В свою очередь диспетчерский пункт также резервируется на двух серверах.

В настоящее время разработанная система находится в режиме тестирования. С учетом всех вариаций, данные могут приходить на верхний уровень по восьми маршрутам.

Помимо передачи информации между КП и диспетчерской станцией в работе решается задача оптимизации трафика в сети. Для сокращения расходов, связанных с использованием мобильной сети, предусмотрены алгоритмы, блокирующие передачу данных по определенным маршрутам, исключение составляет служебная информация, позволяющая следить за изменением состояния главного маршрутизатора.

Таким образом, в разрабатываемой системе, на каждом уровне приема/передачи информации созданы алгоритмы, которые, анализируя состояние компонентов системы и уровни сигналов мобильных сетей, простраивают маршруты потоков данных, тем самым повышают надёжность системы, делают её более адаптивной к различным изменениям.

Описанная выше система передачи данных имеет универсальную структуру и может применяться в любых системах автоматизации производства, исключение могут составлять объекты, не входящие в зону покрытия мобильной сети.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Учебно-образовательный портал «Все лекции» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://vse-lekcii.ru/zheleznodorozhnyj-transport/ats/sistemy-avtomatiki-i-telemehaniki> (дата обращения 25.12.19).
2. Энциклопедия Кругосвет. Мобильная связь [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/tehnologiya_i_promyshlennost/MOBILNA_YA_SVYAZ.html (дата обращения 25.12.19).
3. Е. Осколков. Что такое VPN и зачем это нужно? [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.kaspersky.ru/blog/vpn-explained/10635/> (Дата обращения 25.12.19).
4. Шкляр В. Н. Надежность систем управления: учебное пособие. – Томск: Издательство томского политехнического университета, 2009. – 126 с.
5. Aleksov's Blog. Отказоустойчивый кластер из MikroTik'ов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://blog.set-pro.net/> (дата обращения 25.12.19).

СНИЖЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В НАПЛАВЛЕННОМ СЛОЕ ПУТЁМ ЕГО ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

А.Ю. Арляпов, А.О. Бознак

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: arlyapov@tpu.ru

REDUCTION OF RESIDUAL STRESSES IN CLAD LAYER BY SURFACE PLASTIC DEFORMATION

A.Yu. Arlyapov, A.O. Boznak

National Research Tomsk Polytechnic University,
Russia, Tomsk, Lenina avenue, 30, 634050
E-mail: arlyapov@tpu.ru

Annotation. *The paper presents a method to lower residual stresses generated in components after outer surface cladding. This method expands technological capabilities of cladding for precision components repair.*

Ремонт изношенных деталей типа втулок и колец наплавкой с последующей механической обработкой наплавленного слоя является распространённой технологией восстановления. При восстановлении детали наплавкой происходит изменение ее размеров и коробление, что приводит к потере точности ремонтируемого изделия. В наплавленном слое и в остальной части детали возникают остаточные напряжения, а при последующей механической обработке любой поверхности, включая наплавленный слой, происходит потеря равновесия напряженного состояния, перераспределение напряжений и, как следствие, деформация восстановленной детали. Для повышения точности ремонтируемого изделия необходимо снижать уровень остаточных напряжений, полученных при восстановлении наплавкой. Из литературы [1] известно, что наложение малых пластических деформации на изделия с остаточными напряжениями может существенно снижать уровень этих напряжений. В данной статье рассмотрен метод уменьшения остаточных напряжений путем поверхностного пластического деформирования наплавленного слоя обкаткой роликом.

Эксперименты проводили на четырех образцах из стали 20. Эскиз экспериментальных образцов приведен на рисунке 1. Наружная цилиндрическая поверхность подвергалась наплавке, толщина наплавленного слоя составляла 3,5 мм. Наплавку выполняли в среде защитных газов (Ar 99% + O₂ 1%) проволокой SW146 на следующих режимах: сварочный ток – 200 А; напряжение – 23,4 В; скорость наплавки – 6 мм/мин; расход газа – 10 л/мин; вылет проволоки – 24 мм. Химический состав проволоки SW146 и некоторые механические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав и механические свойства сварочной проволоки SW146

C	Si	Cr	Ni	Mn	Fe
0,1	0,80	18,50	8,50	8,50	основа
Предел прочности $\sigma_B > 600$ МПа					
Предел текучести $\sigma_T > 370$ МПа					

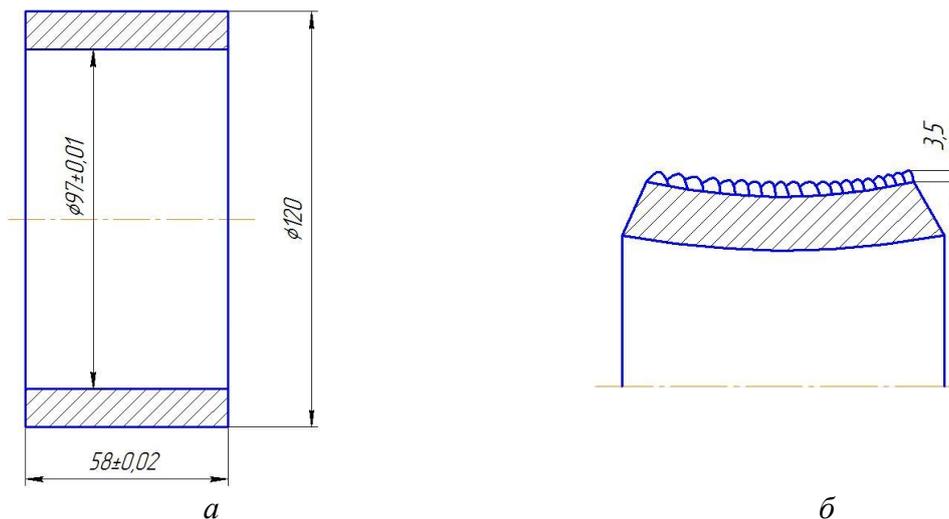


Рис. 1. а – эскиз экспериментального образца; б – наплавленный слой и деформации, вызванные наплавкой (коробление)

В двух образцах после наплавки определяли окружные остаточные напряжения упрощённым методом Н.Н. Давиденкова путем разрезки образцов [2]. Оставшиеся два образца использовали для снятия напряжений путем обкатки роликом наплавленного слоя, после чего напряжения определяли по той же методике.

Перед обкаткой роликом наплавленный слой протачивали, удаляя волнистость, сформированную наплавкой. Обкатку выполняли на токарном станке 16К20 с применением в качестве СОЖ индустриального масла И20 со следующими параметрами: радиус ролика – 1,5 мм; скорость обкатки – 30 м/мин; обкатку осуществляли за 3 прохода, используя на первых двух ходах подачу 0,21 мм/об, а на последнем – 0,07 мм/об, усилие P_y составляло 700 Н. Процесс обкатке приведен на рисунке 2.

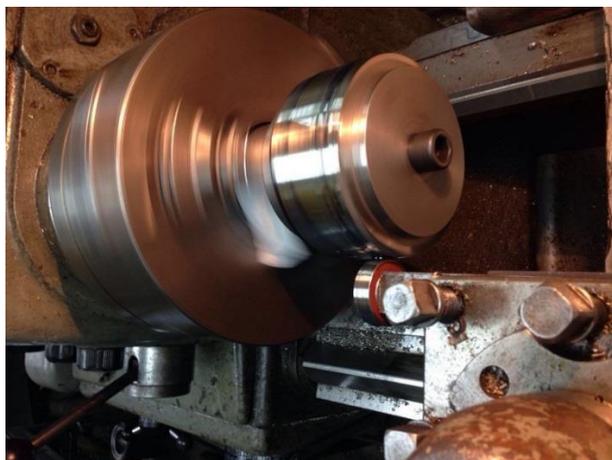


Рис. 2. Процесс обкатки на станке

График распределения окружных остаточных напряжений приведен на рисунке 3.

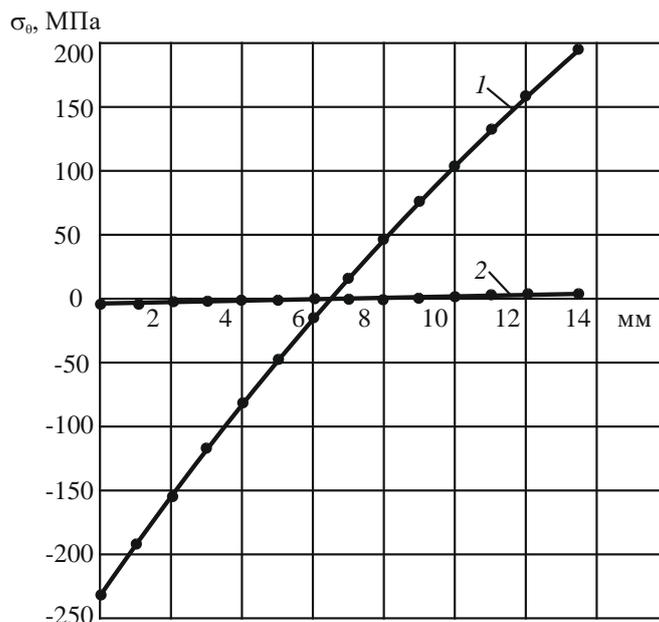


Рис. 3. Распределение остаточных окружных напряжений в образцах:
 1 – после наплавки; 2 – после наплавки и обкатки роликом

Из рисунка 3 видно, что для образцов, не подвергнутых обкатке роликом, окружные остаточные напряжения в области, прилегающей к наружной поверхности, являются растягивающими и их максимальные значения достигают 200 МПа, а вблизи поверхности отверстия являются сжимающими и их максимальные значения не превышают 250 МПа. Из рисунка 3 также следует, что применение обкатки наружной поверхности существенно снизило уровень остаточных напряжений, где максимальные растягивающие напряжения не превышают 4 МПа.

В заключении следует отметить, что предложенный метод снижения уровня остаточных напряжений может эффективно использоваться, особенно в случаях, когда есть ограничения по применению отжига.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бознак А.О. Управление остаточными напряжениями при дорновании отверстий в толстостенных цилиндрах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.07 / Бознак Алексей Олегович. – Томск, 2018. – 16 с.
2. Скворцов В.Ф., Арляпов А.Ю., Бознак А.О., Оголь И.И. Применение метода Н.Н. Давиденкова для оценки окружных остаточных напряжений в обработанных дорнованием полых цилиндрах // Системы. Методы. Технологии. – 2016. – № 4. – С. 65–70.

ВЫВОД УРАВНЕНИЙ КИНЕМАТИКИ ДЛЯ КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ЕГО КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

А.М. Малышенко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: mam@tpu.ru

DEFINING KINEMATIC EQUATIONS FOR A CRANK-SLIDER MECHANISM ON THE BASE STRUCTURAL-PEREMETRIC DESCRIPTION OF HIS KINEMATIC CHAIN

A.M. Malyshenko

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: mam@tpu.ru

Annotation. The report includes the author's proposed structural and parametric description of the kinematic chain of crank-slide mechanism (CSM) and the conclusion on its basis for KPM of kinematic equations.

Кривошипно-ползунные механизмы (КПМ) являются основными узлами в двигателях внутреннего сгорания автомобилей, в лесопильных рамах и поршневых насосах, в сельскохозяйственных уборочных комбайнах и косилках, других типов машин и по праву относятся к механизмам крупносерийного и массового производств.

Предлагаемый автором в докладе способ структурно-параметрического описания кинематической цепи (КЦ) кривошипно-ползунного механизма заметно упрощает вывод для них уравнений кинематики и может быть использован для автоматизации такого вывода на компьютерах, а также для формирования банков данных о структурах и параметрах проектируемых и изготовленных КПМ.

В настоящее время получило применение лишь символьное описание структур механизмов с использованием условных обозначений входящих в них сочленений типа P – для призматических сочленений, R – для вращательных 5-го класса и т.п., предложенное в [1]. Согласно этому способу кинематическая цепь КПМ (рисунок 1) может быть описана как $\underline{RRR\underline{P}}$, если энергия привода КПМ прикладывается к его кривошипу, или \underline{PRRR} – если к ползуну. В этих описаниях кроме указанных выше определений символов R и P использовано также \underline{R} – для обозначения сочленения вращательного типа кривошипа с основанием механизма, а \underline{P} – для сочленения призматического типа ползуна с этим же основанием.

Предложенный автором в [2] формализованный структурно-параметрический способ описания кинематических цепей механизмов, в частности манипуляторов, отражает не только структуру, но и параметры элементов кинематической цепи, а также их относительное положение. При этом для сочленений и звеньев КЦ механизмов используется единое по форме описание вида $I(m, \mathbf{n}, \mathbf{p})$, где I – идентификатор данного элемента КЦ; m – его принятый при описании порядковый номер; \mathbf{n} – вектор-строка с номерами входящих с описываемым элементом других элементов кинематической цепи, а \mathbf{p} – упорядоченный набор параметров описываемого элемента КЦ или оговоренных функций от них, причем применительно к звеньям в том же порядке, в каком указаны номера этих сочленений в вектор-строке \mathbf{n} . Более подробно с таким способом описания кинематических цепей механизмов можно ознакомиться в [2].

Для получения подобного описания кинематической цепи КПМ необходимо использовать системы ортогональных трехгранников осей, связанных с концами звеньев КЦ в центрах их сочленений. Применительно к КПМ набор таких трехгранников осей представлен на приведенном ниже рисунке. Здесь же приведены принятые номера и параметры звеньев и сочленений данного механизма.

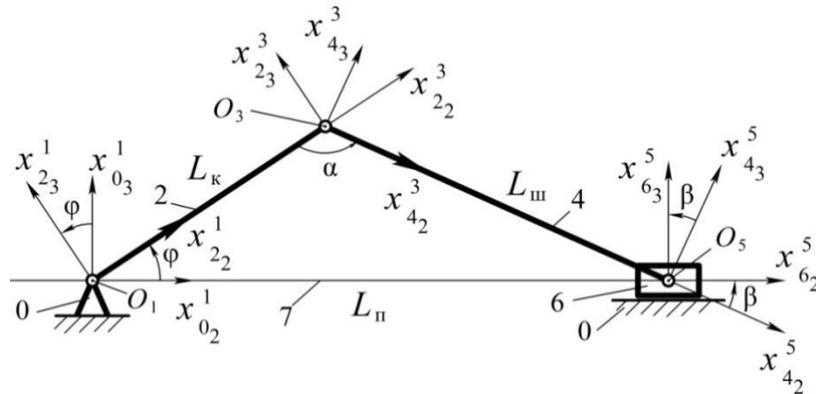


Рис. 1. Кинематическая цепь КПМ: 0 – основание, 2 – кривошип, 4 – шатун, 6 – ползун и их относительные положения

С учетом таких обозначений структурно-параметрическое описание КПМ имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}
 &LRP[0; 1; 6; \mathbf{WI}; \mathbf{WP2}(L_{\text{п}}; L_{\text{ш}} - L_{\text{к}}; L_{\text{ш}} + L_{\text{к}})] && JB1R[1; 0; 2; \mathbf{WR1}(\varphi; -\infty; \infty; 0^0)] \\
 &LRR[2; 1; 3; \mathbf{WP2}(L_{\text{к}})] && J1R[3; 2; 4; \mathbf{WR1}(-\alpha)] \quad (1) \\
 &LRR[4; 3; 5; \mathbf{WP2}(L_{\text{ш}})] && J1R[5; 4; 6; \mathbf{WR1}(\beta)] \\
 &LPR[7; 6; 1; \mathbf{WP2}(-L_{\text{п}})]
 \end{aligned}$$

Здесь в идентификаторах элементов КЦ первый символ J означает, что данный элемент является сочленением, а L – звеном. В идентификаторах сочленений за символом J стоит число, отражающее количество обеспечиваемых им степеней подвижности, а вслед за этим числом указано символьное обозначение этого типа сочленения. В идентификаторах звеньев за их символьным обозначением L вписаны символьные обозначения тех сочленений, в которые входит это звено. При этом во множестве \mathbf{n} номера этих сочленений, как уже было отмечено выше, представлены в том же порядке, как указаны символы этих сочленений в идентификаторе данного звена.

Отличие приведенного выше описания (1) от тех, что рекомендованы в [2], состоит в использовании для параметрической характеристики элементов кинематической цепи КПМ матриц однородных преобразований $\mathbf{W}\dots$. При этом $\mathbf{WP2}(L_{\text{к}})$ означает матрицу однородных преобразований, соответствующую линейному перемещению на $L_{\text{к}}$ вдоль второй оси соответствующего трехгранника, а матрица $\mathbf{WR1}(\chi)$ соответствует матрице однородных преобразований, описывающей поворот относительно первой оси трехгранника на угол χ . Последующие за L или χ величины характеризуют соответственно их минимальные, максимальные и начальные значения. Матрица \mathbf{WI} в (1) это единичная матрица однородных преобразований.

Для вывода уравнений кинематики этого механизма необходимо предварительно определить матрицу однородных преобразований, например, от основания в точке его

сочленения с кривошипом O_1 через кривошип, шатун и ползун до этой же части основания в этой же точке O_1 . Она определяется как

$$\mathbf{W}_{1,1} = \mathbf{WR1}(\varphi) \cdot \mathbf{WP2}(L_k) \cdot \mathbf{WR1}(-\alpha) \cdot \mathbf{WP2}(L_{ш}) \cdot \mathbf{WR1}(\beta) \cdot \mathbf{WP2}(-L_{п}). \quad (2)$$

и должна быть равна единичной матрице $\mathbf{W1}$:

$$\mathbf{WR1}(\varphi) \cdot \mathbf{WP2}(L_k) \cdot \mathbf{WR1}(-\alpha) \cdot \mathbf{WP2}(L_{ш}) \cdot \mathbf{WR1}(\beta) \cdot \mathbf{WP2}(-L_{п}) = \mathbf{W1}. \quad (3)$$

Подстановка в (3) соответствующих матриц дает следующее уравнение:

$$\begin{bmatrix} C\varphi & -S\varphi & 0 & 0 \\ S\varphi & C\varphi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & L_k \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} -C\alpha & S\alpha & 0 & 0 \\ -S\alpha & -C\alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & L_{ш} \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} C\beta & -S\beta & 0 & 0 \\ S\beta & C\beta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -L_{п} \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (4)$$

которое можно представить в виде:

$$\begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} & 0 & M_{14} \\ M_{21} & M_{22} & 0 & M_{24} \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (5)$$

Заметим, что в силу свойств матриц однородных преобразований

$$M_{11} = M_{22}; \quad M_{12} = -M_{21}.$$

После вычисления элементов M_{11}, M_{12}, M_{14} и M_{24} в матрице M по левой части уравнения (4) и приравнивания их соответствующим элементам единичной матрицы в его правой части получаем совокупность уравнений, описывающих кинематику КППМ:

$$S\beta \cdot S(\alpha + \varphi) - C\beta \cdot C(\alpha + \varphi) = 1; \quad (6)$$

$$S\beta \cdot C(\alpha + \varphi) + C\beta \cdot S(\alpha + \varphi) = 0; \quad (7)$$

$$L_{п} \cdot C\beta \cdot C(\alpha + \varphi) - L_{п} \cdot S\beta \cdot S(\alpha + \varphi) - L_{ш} \cdot C(\alpha + \varphi) + L_k \cdot C\varphi = 0; \quad (8)$$

$$L_{п} \cdot C\beta \cdot S(\alpha + \beta) + L_{п} \cdot S\beta \cdot C(\alpha + \beta) - L_{ш} \cdot S(\alpha + \beta) = 0. \quad (9)$$

При замене в них суммы углов α и φ , исходя из соотношения углов в треугольнике $\Delta O_1 O_3 O_5$ на рисунке 2 на $(180^\circ - \beta)$, уравнения (6), (7) превращаются в тождества, а уравнения (8) и (9) примут вид:

$$-L_{п} + L_{ш} \cdot C\beta + L_k \cdot C\varphi = 0, \quad (10)$$

$$L_k \cdot S\varphi - L_{ш} \cdot S\beta = 0. \quad (11)$$

Из уравнения (11) определяем угол β в функции угла поворота кривошипа:

$$\beta = \arcsin \frac{L_k}{L_{ш}} \sin \varphi. \quad (12)$$

Уравнение (10) дает расчетную формулу для определения положения ползуна:

$$L_{п} = L_{ш} \cdot C\beta + L_k \cdot C\varphi,$$

которая после подстановки в нее β из (12) определит зависимость положения ползуна L_{Π} и связанного с ним рабочего инструмента кривошипно-ползунного механизма от угла φ поворота кривошипа в виде:

$$L_{\Pi} = \sqrt{L_{\text{ш}}^2 - L_{\text{к}}^2 \sin^2 \varphi} + L_{\text{к}} \cdot \text{C}\varphi.$$

Заметим, что в [3] приведена аналогичная зависимость, но в принятых в этой статье обозначениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hartenberg R.S., Denavit J. Kinematic synthesis of linkages. – New York: McGraw-Hill, 1964. – 435.
2. Малышенко А.М. Формализованное описание структур и параметров кинематических цепей манипуляторов // Известия АН СССР. Машиноведение. – 1989. – № 4. – С. 61–67.
3. Гутров М.А. Уравнения движения кривошипно-ползунного механизма привода режущего аппарата жатки с учетом наличия шатуна // Вестник Челябинского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 55. – С. 48–54.

**СЕКЦИЯ 6. ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.
НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО**

**К ВОПРОСУ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ
СПЕЦИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ТРУДА**

А.С. Канисеев, К.Б. Казакова, В.Н. Телешенко

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Россия, г. Томск, пр. Ленина 40, 634050
E-mail: kaniseev-artyom@yandex.ru

**ON THE ISSUE OF COMPUTERIZATION OF THE ANALYSIS OF THE RESULTS
OF A SPECIAL ASSESSMENT OF WORKING CONDITIONS**

A.S. Kaniseev, K.B. Kazakova, V.N. Teleshenko

Tomsk state University of control systems and Radioelectronics,
Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: kaniseev-artyom@yandex.ru

***Annotation.** In the course of the study, a description of the procedure for special assessment of working conditions, its legal and theoretical foundations for organizing, conducting and processing results was made. As a result of the work, an approach to processing the results of a special assessment of working conditions is described, and the possibility of optimizing this process through its Informatization is suggested.*

Специальную оценку условий труда (СОУТ) организуют работодатели, привлекая аккредитованные организации и оценка производится по определенному законодательно алгоритму, после чего документацию по СОУТ аккредитованная организация передает работодателю на утверждение – это и является результатами специальной оценки условий труда. Государство обязывает работодателя применять результаты специальной оценки в ряде процессов охраны труда и кадрового дела. Так, например, результаты СОУТ указывают, помимо итогового класса условий труда, на гарантии и компенсации, назначаемые работникам занятым на работах с вредными и/или опасными условиями труда, которые назначаются работникам через заключение дополнительного соглашения к трудовому договору. Помимо гарантий и компенсаций из результатов специальной оценки устанавливаются пункты из приложений Приказа Министерства здравоохранения и социального развития РФ, из которых устанавливается перечень врачей-специалистов и ряд исследований необходимых при прохождении работниками периодического медицинского осмотра [1,2].

Поскольку пакет документов от аккредитованных организаций передается в печатном виде для утверждения, обработка результатов СОУТ для дальнейшего использования работодателем является весьма трудоемким процессом. Также, исходя из высокой численности рабочих мест и большого объема обрабатываемой вручную документации, существует риск реализации человеческого фактора в части обработки результатов СОУТ. Таким образом, специалистом по охране труда или специалистом отдела кадров может быть допущена ошибка в части обработки данных, что может привести к нарушению прав работников, неисполнению работодателем возложенных на него обязанностей, и, как следствие, неисполнению норм и требований трудового законодательства [3].

Процесс обработки результатов СОУТ может быть компьютеризирован, что в значительной степени повысит скорость и точность обработки больших массивов

данных по заранее определенному алгоритму. В одном из производственных предприятий Томска со штатной численностью работников порядка 1500 человек планируется реализовать данный подход через разработку дополнения к программному решению «1С:Персонал».

В процессе определения, назначения и предоставления необходимых гарантий и компенсаций тем работникам, которым они полагаются законодательно, учувствуют три структурных подразделения промышленной организации:

1. Служба охраны труда и окружающей среды (СОТиОС), которая инициирует и обеспечивает проведение СОУТ, занимается первичной обработкой результатов ее проведения, подготовкой проектов приказов о назначении гарантий и компенсаций.

2. Отдел кадров (ОК), который занимается формированием дополнительных соглашений к трудовым договорам, обеспечивает исполнение предоставления компенсаций и гарантий, напрямую связанных с кадровым производством (например, назначение дополнительного ежегодного отпуска или сокращенной продолжительности рабочей недели).

3. Отдел нормирования труда и заработной платы (ОНТиЗ), который занимается расчетом и начислением гарантий и компенсаций финансового характера.

ОК и ОНТиЗ используют в своей работе информационные системы предоставляемые в рамках группы программных решений «1С:Предприятие», но работа между отделами не интегрирована в информационных системах, что не обеспечивает функционального взаимодействия между данными отделами с должной степенью эффективности. Подход не гарантирует обеспечения исполнения необходимых мероприятий, вследствие чего возникает риск не назначить работнику, полагающихся ему законодательно, соответствующих условиям труда гарантий и компенсаций.

В данном промышленном предприятии в структуре компании имеется отдел информатизации бизнес-процессов, который работает с программными решениями «1С:Предприятие». Поскольку программные продукты «1С:Предприятие» являются достаточно динамичными, на обсуждение вынесен вопрос о том, чтобы создать информационную базу данных, реализованную в «1С:Персонал». Настройка отчетов и возможность группировать информацию в пределах базы данных может исключить влияние человеческого фактора при обработке больших массивов данных.

Для реализации дополнения, необходимо сформулировать требования к его функционалу, а также входной и выходной информации, оформленные техническим заданием, исходящим из СОТиОС. Именно с разработки технического задания и должен начаться процесс разработки дополнения. По завершении разработки дополнения к «1С:Персонал» необходимо обеспечить не только корректную эксплуатацию и получение выходных данных, но и регулярный мониторинг корректности работы информационной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «О специальной оценке условий труда»: Федеральный закон от 28.12.2013 №426-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosmintrud.ru/docs/laws/114> (дата обращения 16.10.2019).
2. «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению»: Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24.01.2014 №33н [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/499072756> (дата обращения 30.10.2019).

3. Евстигнеева А. Н. Статистика условий труда после введения процедуры специальной оценки условий труда // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – №8-5. – С. 673–677.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СБОРА КОНДЕНСИРОВАННЫХ НЕФТЯНЫХ ИСПАРЕНИЙ ИЗ ГАЗОВОГО ПРОСТРАНСТВА РЕЗЕРВУАРОВ

К. К. Манабаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: mkk@tpu.ru

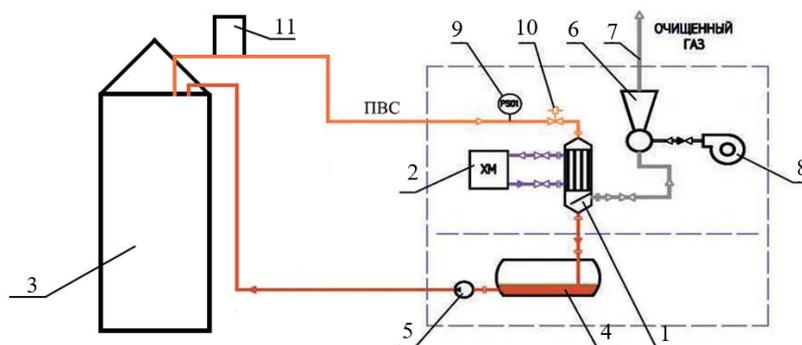
INCREASING THE EFFICIENCY OF COLLECTING CONDENSED OIL VAPORS FROM THE GAS SPACE OF RESERVOIRS

K. K. Manabayev

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: mkk@tpu.ru

Annotation. The paper considers a method for collecting oil vapors in reservoirs using a recovery unit based on condensate-absorption technology. Technical calculations were made to determine the losses from "small breaths" in a vertical steel tank. An economic calculation of the profitability of the KR-100 recovery unit of Gazspetstekhnika was made .

Конденсато-абсорбционная технология, применяемая ООО «Газспецтехника» для установок комплексов конденсации и рассеивания (ККР) – основана на снижении парциального давления паров при снижении температуры паровоздушной смеси и взаимной растворимости углеводородов в конденсате (рисунок 1). Процесс конденсации идёт при атмосферном давлении.



*Рис. 1. Схема работы конденсато-абсорбционной рекуперационной установки:
1 – теплообменник-конденсатор; 2 – холодильная машина; 3 – PVC-2000; 4 – емкость для приема и накопления конденсата; 5 – насос откачки конденсата; 6 – воздушный эжектор; 7 - труба рассеивания; 8 – вентилятор канальный подачи воздуха на эжектор; 9 – датчик давления; 10 – клапан запорный с электроприводом; 11 – управление регуляторами*

Индивидуальные составляющие нефтепродуктов имеют различные температуры конденсации. Первым сконденсируется компонент с наиболее высокой температурой конденсации, затем выпадут в виде конденсата компоненты с менее высокими значениями температуры конденсации. Так как углеводородные составляющие смеси хорошо растворяются в полученном конденсате, то в жидкую фазу переходят не только

компоненты, которые должны конденсироваться при данных значениях температуры и давления, но и другие, температура конденсации которых при этом давлении значительно ниже температуры смеси в данный момент [1]. Таким образом, реализуется абсорбция паров углеводородов при их охлаждении и конденсации. Конденсацию многокомпонентной смеси, имеющей значительную разницу в температурах насыщения компонентов, и при наличии в ней растворимых и не конденсируемых газов, наилучшим образом можно осуществить при конденсации в трубах. В используемых вертикальных теплообменниках-конденсаторах образующийся конденсат постоянно контактирует с холодными стенками и паром, что обеспечивает конденсацию и абсорбцию (растворение) смесей с широким диапазоном температур конденсации компонентов.

Выбор технологической схемы рекуперации ПВС с промежуточным хладоносителем обоснован стремлением:

- ✓ максимально увеличить пожаровзрывобезопасность процесса;
- ✓ использовать холодильное и насосное оборудование в общепромышленном исполнении и располагать его на необходимом безопасном расстоянии;
- ✓ одновременно производить рекуперацию ПВС от разных нефтепродуктов (в отдельных теплообменниках-конденсаторах).

Определить потери нефтепродукта в резервуаре вертикальном стальном (РВС) объемом 20 000 м³ от «малых дыханий» и рассчитать экономический эффект от применения рекуперационной установки ККР-30, работающей по конденсатор-абсорбционной технологии. Резервуар расположен в Томской области, оснащён двумя дыхательными клапанами НДКМ-200, высота взлива – 7,5 м., плотность хранимой нефти – 0,856 кг/м³, средняя температура в октябре – 7 С°. Дата снятия данных – 22.10.2019 г.

Потери от «малых дыханий» рассчитываются по формуле [2–4]:

$$G_{\text{мд}} = \sigma \cdot V_{\text{г}} \cdot \ln \left[\frac{(P_{\text{а}} - P_{\text{кв}} - P_{\text{мин}}) \cdot T_{\text{rmax}}}{(P_{\text{а}} + P_{\text{кд}} - P_{\text{max}}) \cdot T_{\text{rmin}}} \right],$$

где σ – среднее массовое содержание паров нефтепродукта в ПВС, кг/м³;

$V_{\text{г}}$ – объем газового пространства (ГП) резервуара перед закачкой нефтепродукта, м³;

$P_{\text{мин}}$ и P_{max} – минимальные и максимальные парциальные давления паров нефтепродукта в ГП резервуара в течение суток, Па;

T_{rmin} и T_{rmax} – минимальные и максимальные температуры ГП резервуара в течение суток, К;

$P_{\text{а}}$ – абсолютное давление, Па;

$P_{\text{кв}}$ – вакуум в ГП, соответствующий нагрузке вакуумного клапана, Па;

$P_{\text{кд}}$ – избыточное давление в ГП, соответствующее нагрузке клапана давления, Па.

Эта формула может иметь вид:

$$G_{\text{мд}} = \sigma \cdot \Delta V,$$

где ΔV – объем ПВС, вытесняемый из резервуара, м³;

$$\Delta V = V_{\text{г}} \cdot \ln \left[\frac{(P_{\text{а}} - P_{\text{кв}} - P_{\text{мин}}) \cdot T_{\text{rmax}}}{(P_{\text{а}} + P_{\text{кд}} - P_{\text{max}}) \cdot T_{\text{rmin}}} \right].$$

Найдем среднее массовое содержание паров нефти в ПВС:

$$\sigma = \frac{P_{\text{max}} + P_{\text{мин}}}{R_{\text{н}} \cdot (T_{\text{rmax}} \cdot T_{\text{rmin}})},$$

$$\sigma = \frac{12274,32 + 11835,6}{43,34 \cdot (300,8 + 282,45)} = 0,95 \text{ кг/м}^3;$$

Определи вытесняемый объем ПВС:

$$\Delta V = V_r \cdot \ln \left[\frac{(P_a - P_{кв} - P_{min}) \cdot T_{max}}{(P_a + P_{кд} - P_{max}) \cdot T_{min}} \right],$$
$$\Delta V = 11768,88 \cdot \ln \left[\frac{(101200 - 150 - 11835,6) \cdot 300,8}{(101200 + 1600 - 12274,32) \cdot 282,45} \right] = 569,06 \text{ м}^3;$$

Рассчитаем потери нефтепродукта от «малых дыханий» за 1 сутки:

$$G_{мд} = \sigma \cdot \Delta V,$$

$$G_{мд} = 0,95 \cdot 569,06 = 540,61 \text{ кг} - \text{ за 1 сутки.}$$

Эксплуатация установки рекуперации ККР-30 включает только затраты (L) на электроэнергию:

$$L = T_{эл.эн.} \cdot N_{ккр} \cdot t = 3,5 \cdot 4 \cdot 24 = 336 \text{ р/сутки,}$$

где $T_{эл.эн.}$ – одноставочный тариф на электроэнергию по Томской области для второго полугодия 2019 года [5], р.;

$N_{ккр}$ – потребляемая установкой рекуперации ККР-30 мощность [1], кВт/час;

t – время работы ККР-30 в сутки, ч.

Доход от продажи полученного конденсата (I):

$$I = P_{Urals} \cdot n_{барр} = 52,97 \cdot 3,66 = 193,87 \$ = 12337,9 \text{ руб.},$$

где P_{Urals} – цена 1 барреля нефти марки *Urals* (на 22.10.2019) [6], долл./барр.;

$n_{барр}$ – объем полученного конденсата в баррелях:

$$n_{барр} = \frac{m \cdot \eta}{B} = \frac{540,61 \cdot 0,93}{137,3} = 3,66 \text{ барр.},$$

m – масса сконденсированной нефти, кг.,

B – количество килограмм нефти марки *Urals* в 1 барреле нефти;

η – эффективность очистки [1].

Прибыль от работы установки рекуперации ККР-30 (G):

$$G = I - L = 12337,9 - 336 = 12001,9 \text{ руб/сутки.}$$

Таким образом, согласно экономическому расчету, прибыль от применения ККР-30 на «малых дыханиях» для РВС-20000 составила порядка 12 тыс. руб. (без учета обслуживания). А также, экологический эффект предполагает очистку паровоздушной смеси (ПВС) на 93 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Газспецтехника» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gazst.ru/> (дата обращения: 15.10.2019).
2. Новоселов В.П., Ботыгин И.Г. Блинов. Методика расчета потерь от испарения нефти и нефтепродуктов из наземных резервуаров: учебное пособие.– Уфа: Изд-во УНИ, 1987. – 73 с.
3. РД 153-39-019-97 – «Методические указания по определению технологических потерь нефти на предприятиях нефтяных компаний Российской Федерации».
4. Svetashkov, Aleksandr Andreevich. Modification of the iterative method for solving linear viscoelasticity boundary value problems and its implementation by the finite element method // Acta Mechanica: Scientific Journal. – 2017. – vol. 229. – no.6. – P. 2539–2559.
5. Тарифы на электроэнергию в Томской области на 2019 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energybase.ru/tariff/tomskaayaoblast>.
6. Онлайн график цен на нефть *Urals* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nefturals.ru/> (дата обращения: 22.10.2019).

ВЛИЯНИЕ СТЕПНЫХ ПОЖАРОВ В ДАУРИИ НА АЛЬФА-РАЗНООБРАЗИЕ ФИТОЦЕНОЗОВ

Т.Е. Ткачук^{1,2}, Ю.Ю. Денисова¹, Т.Ф. Снигирева¹

¹Забайкальский государственный университет,
Россия, г. Чита, ул. Александрo-Заводская, 30, 672039

²Государственный природный биосферный заповедник «Даурский»
Россия, Забайкальский край, с. Нижний Цасучей, ул. Комсомольская, 76, 674480
E-mail: tetkachuk@yandex.ru

INFLUENCE OF STEPPE FIRES IN DAURIA ON ALPHA-DIVERSITY OF PHYTOCEENOSES

T.E.Tkachuk^{1,2}, Yu.Yu.Denisova¹, T.F.Snigireva¹

¹Transbaikal State University, Russia, Chita, Alexandro-Zavodskaya str., 30, 672039

¹State Nature Reserve Daursky, Russia, Zabaikalsky kray, Nizhny Tsasuchey,
Komsomolskaya str., 76, 674480
E-mail: tetkachuk@yandex.ru

Annotation. *One of main ecological problems of Dauria are wildfires. The field experimental data demonstrated that burning done once, twice or thrice did not affected on richness in species of steppe phytocoenoses, while participation of species in grass-stand changed. On pyrogenic sample plots cover of different species is more even due to decrease of cover of dominants, which are mostly turf forming grasses strongly damaged by fire.*

Одним из наиболее интенсивных антропогенных факторов в степях Даурии в настоящее время является рост распространения и частоты степных пожаров. Большую роль в возникновении и развитии пожаров играет сезонность метеорологических факторов. Длительная и суровая, малоснежная зима, сменяется короткой, ясной и сухой весной с максимальной за год скоростью ветра. Эти факторы замедляют развитие растительности, одновременно способствуя быстрому распространению пожаров при их возникновении.

Во многих работах указывается на изменение видового богатства под влиянием палов, но сведения эти разноречивы, поэтому мы уделили внимание анализу вопроса на материале полевого эксперимента 2012–2016 гг. Исследования проводились в южной части Даурии, в охранной зоне Даурского заповедника на невысоких равнинных террасах Торейских озер. В четырех степных сообществах были заложены экспериментальные площадки 10×10 м: пирогенные и контрольных. Выжигание экспериментальных площадок производилось с разной периодичностью (таблица 1). На всех площадках в июне-июле были сделаны стандартные геоботанические описания.

Таблица 1-Обозначения и режим выжигания экспериментальных площадок

Индекс площадки	А	Б	В	Г
Режим выжигания	Контроль (без выжигания)	Выжигание в 2012, 2014, 2015 гг.	Выжигание в 2012, 2013 гг.	Выжигание в 2012 г.

В качестве меры альфа-разнообразия пользовались индексами Маргалёфа, Менхиника и Бергера-Паркера [1], при расчете которых число особей было заменено на проективное покрытие видов, слагающих фитоценозы; результаты приведены в таблице 2 «Поведение» разных индексов в одних и тех же сообществах различно. Чаще всего значения, соответствующие максимальному разнообразию, наблюдались на площадках Б, находившихся под наибольшим пирогенным воздействием, изредка – на площадках В.

Таблица 2 - Значения индексов альфа-разнообразия в сообществах на стационарных площадках

Индекс	Год	1А	1Б	1В	1Г	2А	2Б	2В	2Г	3А	3Б	3В	3Г	4А	4Б	4В	4Г
D_{Mg}	2012																
	2013	6,06	5,18			4,54	5,52			4,06	3,77			1,79	3,80		
	2014	6,04	6,91			7,79	9,18			9,03	9,68			3,65	6,06		
	2015	5,19	5,05	6,29	5,76	6,58	8,34	8,78	8,15	9,52	12,15	9,50	9,81	5,97	7,24	4,94	4,41
	2016	5,00	4,75	4,91	3,03	6,90	8,06	7,83	6,89	10,65	9,35	7,77	7,80	7,37	6,36	5,65	5,10
D_{Mn}	2012																
	2013	4,17	3,62			2,91	3,72			2,82	2,65			1,31	2,68		
	2014	3,73	4,94			4,52	6,18			5,33	6,70			2,05	4,54		
	2015	3,36	3,75	4,42	3,85	4,18	5,54	5,61	5,34	5,73	8,29	6,13	6,04	3,93	5,48	3,64	3,06
	2016	3,29	3,30	3,33	2,12	4,54	5,24	4,99	4,39	6,41	6,10	5,20	5,10	4,63	4,73	4,12	3,54
d	2012																
	2013	0,30	0,22			0,58	0,19			0,40	0,33			0,45	0,51		
	2014	0,44	0,11			0,42	0,25			0,34	0,15			0,57	0,21		
	2015	0,34	0,31	0,34	0,33	0,36	0,31	0,20	0,29	0,38	0,05	0,31	0,34	0,63	0,17	0,53	0,63
	2016	0,50	0,30	0,46	0,56	0,29	0,25	0,25	0,25	0,13	0,15	0,24	0,18	0,29	0,28	0,35	0,43

Примечания:

D_{Mg} – индекс Маргалефа; D_{Mn} – индекс Менхиника; d – индекс Бергера-Паркера.

Заливкой показаны годы выжигания площадок.

Жирным шрифтом выделены значения индексов, соответствующие максимальному разнообразию в данном сообществе в конкретный год исследования

При этом максимальное разнообразие, индцировалось индексами, как правило, сразу после выжигания (в тот же год). Причиной этого явилось не внедрение новых видов, а более выровненное проективное покрытие видов на пирогенных площадках за счет снижения проективного покрытия доминантов – главным образом, дерновинных злаков, сильно повреждаемых огнем. Такая реакция фитоценозов говорит о некотором «запасе прочности» степной растительности Даурии по отношению к действию огня и адаптированности к этому фактору на уровне особей и фитоценозов. Однако, в каждой реальной, неэкспериментальной, ситуации сообщество находится под действием комплекса факторов, некоторые из которых (интенсивный выпас скота, засухи, бессистемное движение автотранспорта) могут усугублять неблагоприятное влияние пожаров и выводить экосистему из равновесия, что необходимо учитывать в практике природопользования

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Примак Р. Основы сохранения биоразнообразия.– М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002. – 256с.

АНАЛИЗ СРЕДСТВ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ И ОЦЕНКА ИХ ФАКТИЧЕСКОЙ И НОРМАТИВНО ДОПУСТИМОЙ НАГРУЗОК

В.Г. Крец, А.В. Шадрина, Н.А. Антропова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: kr_nas_sh@tpu.ru

ANALYSIS OF TOOLS FOR GAS PIPELINES SECURING IN PERMAFROST SOIL AND PIPELINES ACTUAL AND ACCEPTABLE LOADS EVALUATION

V.G. Krets, A.V. Shadrina, N.A. Antropova
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: kr_nas_sh@tpu.ru

***Annotation.** Huge natural gas reserves are located in the north of our country. Related to this is the need to lay pipelines in permafrost soils, and the important aspect is to increase the reliability of gas pipelines laid under this condition. The article discusses the existing design of devices for securing gas pipelines, their advantages and disadvantages are shown. The calculated values of stresses in a real pipeline are compared with the data of calculations for the strength and stability of the gas pipeline in accordance with the regulation.*

Традиционно на практике применяют такие средства закрепления трубопроводов в траншее, как железобетонные утяжелители (типа УБО и УБК). В сложных геокриологических условиях севера данные средства зарекомендовали себя как недостаточно надежные. В условиях продольно-поперечных перемещений трубопровода преимущество жестких, тяжелых закрепляющих конструкций перетекают в недостатки – увеличиваются усилия на трубопровод, что, в свою очередь приводит к аварийным ситуациям [1–3].

Железобетонные утяжелители охватывающего типа УБО и клиновидные типа 1-УБКм имеют такие недостатки, как: слабое взаимодействие с грунтом засыпки в траншее; существенные транспортные затраты при доставке; неэффективность при продольно-поперечных перемещениях трубопровода; возрастающие сосредоточенные усилия на трубопровод при его поперечных перемещениях; усложненная конструкция

средствами для предохранения изоляционного покрытия; высокая стоимость устройств; недостаточная надежность в многолетнемерзлых грунтах (ММГ).

Анкерные устройства винтового раскрывающего типа (ВАУ, АР) (вмораживаемые), предназначенные для закрепления от всплытия трубопроводов, проходящих через болота, обводненные участки и поймы рек, показали слабое взаимодействие с грунтом засыпки в траншее; необходимость усложнения анкерных устройств компенсаторами; недостаточную надежность в ММГ.

Нетканые синтетические материалы (НСМ) в сравнении с железобетонными утяжелителями имеют ряд преимуществ. Таких как: увеличение надежности за счет того, что НСМ имеет высокие значения коэффициента относительного удлинения при разрыве (70–100%); сокращение материальных и трудовых затрат при строительстве.

Один из имеющихся недостатков НСМ – высокое значение коэффициента относительного удлинения становится положительным фактором на многолетнемерзлых грунтах. Это объясняется тем, что удлинение полотна НСМ компенсирует подъем трубопровода в массиве вечномёрзлых грунтов, полотно сохраняет свою конструктивную целостность и продолжает выполнять роль стабилизирующего элемента прокладки газопроводов на вечной мерзлоте [4].

Для справедливой оценки технического состояния газопроводов необходимо располагать сведениями о фактических эксплуатационных нагрузках [3]. В качестве примера был рассмотрен аварийный участок трубопровода длиной 120 м, на котором произошло выпучивание газопровода на поверхность на 1 м. Определены основные геометрические и физические параметры магистрального газопровода в непроектном положении: $E = 2,1 \times 10^5$ МПа; диаметр внешний $D = 0,53$ м; толщина стенки $\delta = 0,007$ м; диаметр внутренний $\delta = 0,516$ м; прогиб $f = 1$ м; длина участка $l = 120$ м. Продольное напряжение определяем по теории чистого изгиба:

$$\sigma(f, l) = 8EJ \frac{f}{W(4f^2 + l^2)},$$

где J – момент инерции трубы,

$$J = \pi(D^4 - d^4)/64,$$

W – момент сопротивления трубы,

$$W = \pi(D^4 - d^4)32D.$$

Тогда продольное напряжение $\sigma(f, l) \approx 30,98$ МПа. Газопровод схематично представим в виде статически неопределимой системы. При изменении температуры в элементах статически неопределимых систем возникают дополнительные усилия, так называемые температурные напряжения:

$$\sigma_t = -\alpha \Delta t E = -201,6 \text{ МПа},$$

где α – коэффициент линейного расширения металла трубы, м;

E – переменный параметр упругости (модуль Юнга), МПа;

Δt – расчетный температурный перепад, принимаемый положительной величиной при нагревании, С.

Максимальные суммарные продольные напряжения от нормативных нагрузок и воздействий температурного перепада и упругого изгиба определяют по формуле:

$$\sigma_{np.n} = \sigma_t + \sigma(f, l).$$

Суммарные напряжения в результате сочетания растяжения и сжатия равны

$$\sigma_{np.n} = -201,6 + 30,98 = -170,62 \text{ МПа}.$$

Для оценки полученных значений напряжений проведено сравнение результатов расчетов с данными расчетов на прочность и устойчивость газопровода согласно СП 36.13330.2012 [5]. Результат расчета согласно СП 36.13330.2012 равен 162,2 МПа. Это

означает, что значение напряжения $-170,62$ МПа, полученное на участке с изгибом, больше допустимого значения, и свидетельствует, что участок с изгибом не отвечает нормативным условиям прочности.

Как показывают расчеты большое количество участков не отвечает нормативным условиям прочности, что становится основной причиной разрушений магистральных газопроводов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долгих Г.М., Вельчев С.П. Строительство на вечномёрзлых грунтах: проблемы качества // Международный журнал «Геотехника». – 2010. – № 6. – С. 23–29.
2. Чухарева Н.В., Тихонова Т.В. Анализ причин аварийных ситуаций при эксплуатации магистральных трубопроводов в условиях Крайнего Севера в период с 2000 по 2010 год // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2011. – № 3 – С. 231–243.
3. Вишневская Н.С., Тюфякова М.В., Карнович Е.В. Обеспечение устойчивого положения магистральных газонефтепроводов на проектных отметках. – Ухта: УГТУ, 2014. – 59 с.
4. ВСН 39-1.9-003-98 Конструкции и способы балластирования и закрепления подземных газопроводов. – М.: ОАО «Газпром», 1989. – 46с.
5. СП 36.13330.2012 Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85:2013.– М.: Стандартинформ, 2019. – 104 с.

АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ, КАК РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ

А.К. Лукьянов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: alexandrlukianoff@yandex.ru

ANALYSIS OF FOREIGN EXPERIENCE OF MATHEMATICAL MODELING THE DISTRIBUTION OF FOREST FIRES, AS RESULTS OF TECHNOGENIC DISASTERS

A.K.Lukianov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: alexandrlukianoff@yandex.ru

***Annotation.** This article discusses the possibility of mathematical modeling of the spread of forest fires, as the results of technogenic catastrophes. The author analyzes the best foreign practices. This method allows you to do a comprehensive analysis of the methodological support of fire safety at especially dangerous and technically complex production facilities of the oil and gas complex.*

Анализ литературных источников показывает, что математическое моделирование природных пожаров в результате аварийных ситуаций на объектах нефтегазовой промышленности является актуальной задачей, имеющей важное практическое значение.

Математическое моделирование определяется как изучение процессов и явлений математическими методами. Для техногенных объектов, наиболее перспективным является метод прогнозирования, основанный на математическом моделировании. По своей природе, задачи оценки рисков, прогнозирования последствий техногенных

аварий исключают проведение полномасштабных натуральных экспериментов, и математическое моделирование является единственным методом как получения картины развития гипотетических аварийных ситуации, так и анализа промышленных аварий, имевших место в прошлом.

Рассмотрим зарубежный опыт математического моделирования распространения лесных пожаров, как результатов техногенных катастроф.

Классической является работа Розермела Р. «A mathematical model for predicting fire spread in wild land fuels» (1972). Его математическая модель была разработана для прогнозирования скорости распространения и интенсивности пожара.

В работе Дрисси М. [1] представлена модель, предназначенная для имитации моделей пожаров в неоднородных ландшафтах. Анализ чувствительности был проведен для выявления наиболее влиятельных входных параметров модели, контролирующих распространение огня. Модель сочетает в себе особенности сетевой модели с характеристиками квази-физической модели взаимодействия горящих и негорящих клеток, которая сильно зависит от локальных условий ветра, топография и растительность. Модель применялась к австралийскому эксперименту по пожарам на пастбищах, а также к реальному пожару на Корсике в 2009. Прогнозы выгодно отличаются от экспериментов с точки зрения скорости распространения, площади и формы ожога.

В работе Глаза и Халанда «A note on mathematical modeling of elliptical fire propagation» [2] предлагается модель, основанная на принципе Гюйгенса, применяемом при распространении огня. В статье демонстрируется несколько простых примеров распространения огня, соответствующего как эллиптическому, так и неэллиптическому локальному распространению огня в однородных условиях.

В работе Домингоса [3] представлена теоретическая модель, описывающая конвективное взаимодействие между фронтом огня и окружающим воздухом, она предложена для объяснения явления взрыва, наблюдаемого в природе. Эта модель основана на ряде лабораторных экспериментов по взрыву пожара в каньонах, которые использовались для его проверки. Модель достаточно хорошо предсказывает общее поведение при пожаре, которое наблюдалось во время двух несчастных случаев со смертельным исходом, произошедших в Соединенных Штатах и одного в Португалии.

В работе Шауэ Кларис «The Mathematical Modeling of Forest Fires» [4] было применено дифференциальное уравнение. Реализуя это уравнение в C++ с помощью компьютерной программы было установлено, что лесные пожары усиливаются, если ветер дует в нескольких направлениях, увеличивая вероятность распространения огня. Кроме того, было установлено, что в пожарах, которые происходят ближе к центру леса, в конце концов, горит больше деревьев, чем у внешнего края. Этот тип информации имел значение для профилактики и тушения лесных пожаров. В статье Каруни, Хауэ, Бахлака и Чавет «A Simplified Mathematical Model for Fire Spread Predictions in Wildland Fires Combining between the Models of Anderson and Rothermel» [5] представлена полуэмпирическая математическая модель, использованы модели Андерсона (1983) и Ротермеля (1972).

Опыт шведских исследований моделирования лесных пожаров описан в работе Хансена Рикардо «Pilotstudy: Modeling of wildfires» [6]. Во время исследования была построена и усовершенствована примитивная модель лесного пожара, чтобы получить представление о сложностях и проблемах с разработкой операционной модели.

В работе Феррагута Ferragut, M.I. Asensi, Асенси и Симон «Forest Fire Simulation: Mathematical Model and Numerical Methods» [7] делается акцент на физической модели, которая описывает эволюцию физических величин для исследования фронта огня. Эта

модель учитывает три основных механизма распространения огня, а именно, содержание воды, радиационный эффект и эффекты топографии.

Отдельно рассмотрим ряд работ французского исследователя Морвана Доминго и его соавторов. В статье «Wild fires front dynamics: 3D structure and intensity at small and large scales» рассматривается трехмерная структура фронта пожара, распространяющегося через однородный пористый твердотопливный слой, она была исследована численно в лабораторных и полевых масштабах. В лабораторных масштабах численно воспроизводились пожары в аэродинамической трубе. Это моделирование было выполнено с использованием FIRESTAR3D, основанного на многофазной формулировке, которая включает основные физические явления, управляющие поведением при пожаре. Нестационарный подход RANS и метод Большого вихревого моделирования (LES) использовались для моделирования реактивного турбулентного потока, в то время как турбулентное горение моделировалось с использованием концепции вихревой диссипации (EDC) [8]. В статье «Framework for submodel improvement in wild fire modeling» проводится экспериментальное и численное исследование было проведено для оценки эффективности различных подмоделей и параметров, используемых для описания динамики горения лесных пожаров [8]. В статье «A 3D physical model to study the behavior of vegetation fire at laboratory scale» для прогнозирования поведения лесных пожаров в локальном масштабе (<500 м) была разработана трехмерная многофизическая модель, называемая «FireStar3D» [9].

В статье американского автора Уильяма Мелла описано моделирование распространения пожара, созданное с использованием подхода Эйлера с набором уровней (как реализовано в симуляторе динамики пожара между дикими землями и городским районом, WFDS) и метода маркеров (как реализовано в FARSITE) [10].

В заключение по анализу зарубежных исследований, отметим деятельность научной группы профессора Габриэля Вайнера (Университет Карлтон, Оттава, Канада) по визуализации и моделированию лесных пожаров (Центр визуализации и моделирования Карлтонского университета – V-Sim). Ученые работают над анализом множества переменных, которые влияют на направление и интенсивность лесных пожаров, а также факторов, которые в первую очередь вызывают их, для предотвращения возникновения таких бедствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Drissi M. Modeling the spreading of large-scale wild land fires. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1402/1402.6187.pdf> (дата обращения 26.12.2019).
2. Glasa J., Halada L. A note on mathematical modelling of elliptical fire propagation // Computing and Informatics. – 2011. – vol. 30. – no.6. – Pp. 1303–1319.
2. Viegas D.X. A mathematical model for forest fires blowup // Combustion Science and Technology. – 2005. – vol. 177. – no.1. – Pp. 27–51.
3. Shaw C. The Mathematical Modeling of Forest Fires. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hdl.handle.net/123456789/2631> (дата обращения 26.12.2019).
4. Karouni A., Bassam D., Samia B., Pierre C. A simplified mathematical model for fire spread predictions in wildland fires combining between the models of anderson and rothermel [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Simplified-Mathematical-Model-for-Fire-Spread-in-Karouni-Daya/75827d2d59f03e81033d593cbfd2e974fe267dcf> (дата обращения 26.12.2019).
5. Pilot study: modeling of wildfires rickard hansen thesis for the degree master of science (one year) in mathematical modelling and simulation 15 credit points (15 ECTS credits)

- May 2008 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rib.msb.se/Filer/pdf/24328.pdf> (дата обращения 27.12.2019).
6. Ferragut L., Asensio M.I. and Simon J. Forest fire simulation: mathematical models and numerical methods – [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://www.raczar.es/webracz/ImageServlet?mod=publicaciones&subMod=monografias&car=monografia34&archivo=051.pdf> (дата обращения 29.12.2019).
 7. Houssami M., Lamorlette A., Morvan D., Hadden R.M., Simeoni A. Framework for submodel improvement in wildfire modeling // Combustion and flame.– 2018. – vol. 190. – Pp.12–24.
 8. Morvan D., Accary G.M.S., Frangieh N., Bessonov. O. A 3D physical model to study the behavior of vegetation fires at laboratory scale // Fire safety journal. – 2018. –vol. 101. – Pp. 39–52.
 9. Bova A., Mell W., Hoffman C. A comparison of level set and marker methods for the simulation of wildland fire front propagation // International journal of wildland fire. – 2018. – vol.25. – Pp. 229–241.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ СИГОВСКОЙ СВИТЫ В БОЛЬШЕХЕТСКОМ НЕФТЕГАЗОНОСНОМ РАЙОНЕ

Н.М. Недоливко, Т.Г. Перевертайло

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: nedolivko@tpu.ru

THE CONDITIONS OF FORMATION OF DEPOSITS SIOVSKY SUITE IN THE BOLSHEKHETSKAYA OIL AND GAS REGION

N.M. Nedolivko, T.G. Perevertajlo

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: nedolivko@tpu.ru

Annotation. The lithological and facial features of the Upper Jurassic deposits of the Sigovskaya suite (J_{3sg}) in one of the fields of the Bolshekhetskoye oil and gas region of the West Siberian oil and gas province are considered. The complex structure of the suite was established, 4 packs (C-I, C-II, C-III, C-IV) were highlighted from bottom to top. The genetic relationship of the C-I member with the coastal-marine facies was revealed; C-II – with facies of waves of a shallow shelf; C-III – with relatively deepwater facies of the outer shelf; C-IV – with coastal marine facies.

Терригенные отложения сиговской свиты (J_{3sg}) Большехетского нефтегазоносного района Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции относятся к перспективным в нефтегазоносном отношении объектам со сложным геологическим строением, обусловленным литолого-фациальной изменчивостью. В районе исследования они охарактеризованы керном (выход 97–99 %) в интервале глубин 3441,4–3368,9, и по особенностям литологического состава и условиям образования разделяются на 4 толщи (снизу-вверх): C-I, C-II, C-III, C-IV. Теоретическими предпосылками явились представления Л.Г. Вакуленко и др. [1], П.А. Яна и др. [2], Конторовича и др. [1] о палеогеографическом развитии и условиям осадконакопления Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрский период.

Толща C-I (интервал глубин 3441,4–3430,14 м, рисунок 1) представлена песчаниками светло-серыми среднезернистыми полевошпатово-кварцевыми с внутриформационной галькой сидерит-глинистого состава, остатками древесины, растительным детритом,

створками пелеципод, с косою разнонаправленной и волнистой слоистостью, нарушенной взмучиванием и следами жизнедеятельности типа *Palaeophycus*, *Teichichnus*, *Skolithos*, принадлежащим пескоядным донным животным. Аутигенная минерализация – хлорит, кальцит, сидерит, пирит, глауконит. Вверх по разрезу среднезернистые разности сменяются мелкозернистыми и алевритовыми с волнистой мелкой слоистостью за счет намывов глинистого материала и переходят в косоволнистое и полого-наклонное разно- и однонаправленное переслаивание песчаного, алевритового и глинистого материала, венчающееся глинистыми породами с тонкой волнистой и горизонтальной слоистостью, с конкрециями пирита и следами жизнедеятельности *Chondrites*, оставленными мелкими илюидными животными.

Наличие макрофаунистических остатков (пелеципод) и следов жизнедеятельности морских донных организмов; направленность литологического изменения пород (от песчаников до глин), их структурных и текстурных особенностей (интракласты в песчаниках и уменьшение их гранулометрического состава, смена прямолинейной косою разнонаправленной слоистости на волнистую и волнисто-линзовидную, уменьшение масштабов слоистости), типов ихнофоссилий (менее глубоководных на более глубоководные) снизу вверх по разрезу, присутствие в нижних частях древесных остатков и послойных намывов растительного детрита и исчезновение их из разреза в верхних – свидетельствуют о близости береговой линии, о повышенной гидродинамической активности водной среды на начальных этапах осадконакопления и о постепенном углублении бассейна седиментации и снижении активности среды с течением времени, вызванной погружением морского дна. Песчаники накапливались в пределах трансгрессивных баров; а алевритоглинистые отложения – во впадинах морского дна, сначала в межбаровых котловинах и забаровых лагунах, а затем по мере погружения – на мелководно-морском шельфе в зоне волнения (алевритоглинистое переслаивание) и в застойных участках (глинистые породы) в пределах сублиторали.

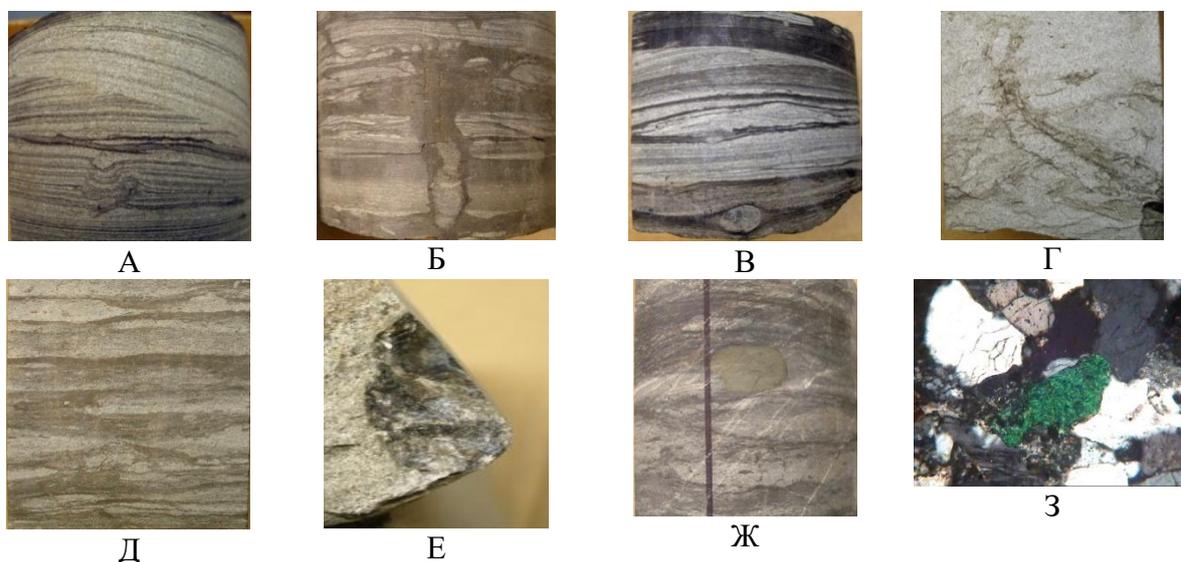


Рис. 1. Особенности отложений толщи С-I сиговской свиты:

Ихнофоссилии: А – *Teichichnus*; Б – *Skolithos*; В – *Palaeophycus*; Г – *Skolithos*;
 Д – *Chondrites*; Е – Створка раковины; Ж – Пирит; З – Глауконит (Шлиф. Николи X)

Толща С-II (интервал 3430,14–3408,79 м, рисунок 2) более чем наполовину сложена песчаниками средне-мелкозернистыми, замещающимися кверху алевролитами и глинами. В подошве песчаники содержат интракласты глинистых и сидерит-глинистых пород, обломки обугленной древесины, остатки створок пелеципод. Породы

однородные и слоистые с мелкомасштабной пологоволнистой, линзовидной и горизонтальной слоистостью, интенсивно биотурбированы, комковаты, пронизаны ходами и норками многочисленных и разнообразных донных животных типа *Chondrites*, *Teichichnus*, *Skolithos*, *Planolithes*, *Palaeophycus*, *Terebellina*, содержат прослои с обильными органогенными остатками. В глинистых породах присутствуют раковины многокамерных фораминифер и остатки иглокожих. Аутигенные минералы представлены пиритом, кальцитом, иногда сидеритом.

Указанные особенности свидетельствуют, что накопление осадков связано с морским бассейном и осуществлялось в пределах прибрежной полосы моря на фоне опускающегося морского дна. Песчаные отложения накапливались на прибрежном шельфе в постройках барового типа, алевритовые и глинистые – в пределах мелководной части сублиторали с умеренно активным гидродинамическим режимом (отложения со следами жизнедеятельности) и на удаленных от берега зонах внутренней части шельфа (биотурбация типа *Chondrites*, остатки фораминифер и иглокожих).

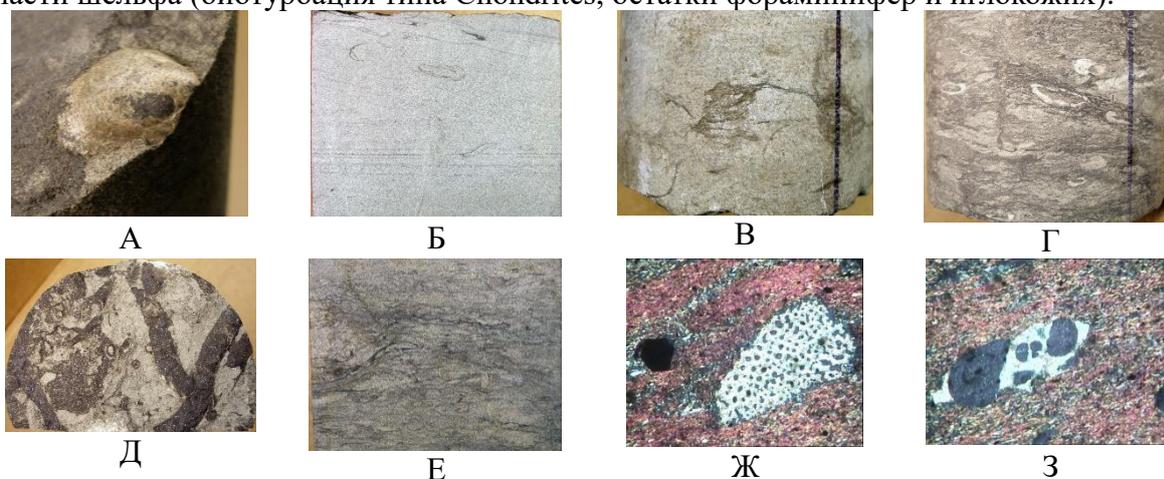


Рис. 2. Особенности отложений толщи С-II сиговской свиты:
 А – Раковина пелециподы; Иchnofossilии: Б – *Planolithes*; В – *Teichichnus*;
 Г – *Terebellina*; Д – *Palaeophycus*; Е – *Chondrites*; Микрофауна. Шлифы. Николи
 Ж – Иглокожие; З – Фораминиферы

Толща С-III (интервал 3408,79–3385,22 м, рисунок 3) сложена в основании алевритами, вверх по разрезу замещающимися мелкозернистыми хорошо отсортированными песчаниками с косой и косоволнистой разнонаправленной и волнистой слоистостью. В породах наблюдаются следы проседания и затекания алевритоглинистого материала в более пластичную глинистую массу подстилающих отложений, биотурбационные нарушения слоистости (ихноценоз *Palaeophycus*, *Planolites*, *Skolithos*, *Terebellina*, *Monocraterion*, *Chondrites*), остатки створок раковин; в глинистых породах – фосфатизированные онихиты белемнитов, пиритизированные фораминиферы и радиолярии, ихтиодетрит.

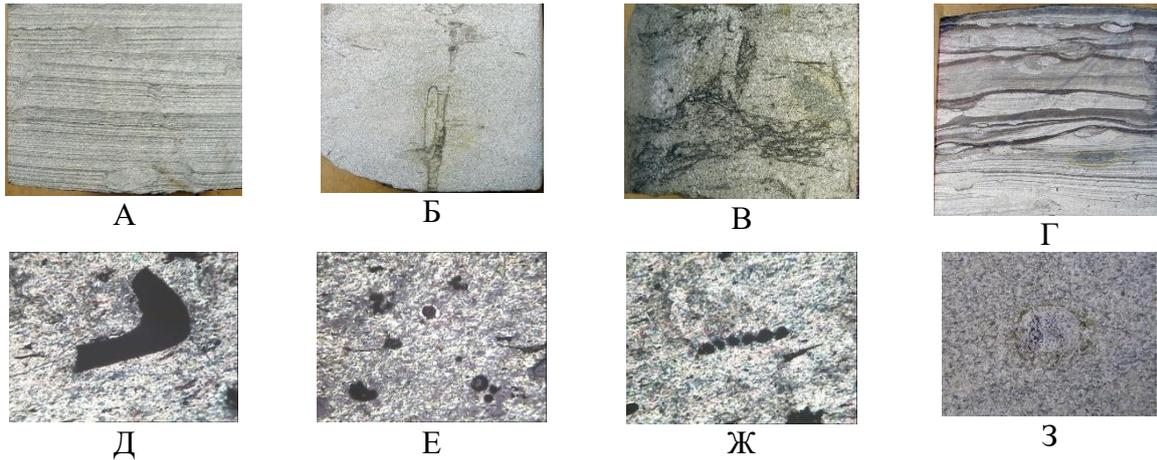


Рис. 3. Особенности отложений толщи С-III сиговской свиты:
 Ихнофоссилии: А – Monocraterion; Б – Skolithos; В – Chondrites; Г – Planolithes;
 Фаунистические остатки (Шлифы, николи X): Д – онихит белемнита; Е – радиоларии;
 Ж – фораминиферы; З – ихтиодетрит

Толща С-III формировалась в условиях нарастающей трансгрессии в пределах удаленных от берега участков внутреннего шельфа (нижняя часть) и в относительно глубоководных, отдаленных от берега зонах внешней части шельфа (остатки онихитов белемнитов, радиоларий, фораминифер, ихтиодетрит).

Толща С-IV (интервал 3385,22–3368,9 м, рисунок 4) представлена песчаниками светло-серыми средне- и мелкозернистыми с преобладанием среднезернистых разностей с хорошей сортировкой и окатанностью обломочного материала с косой одно- и разнонаправленной, косоволнистой и волнистой слоистостью, подчеркнутой послойными намывами глинистого материала и растительного детрита, участками размывтой и взмученной, нарушенной следами жизнедеятельности *Terebellina* и *Chondrites*, иногда с конкрециями пирита.

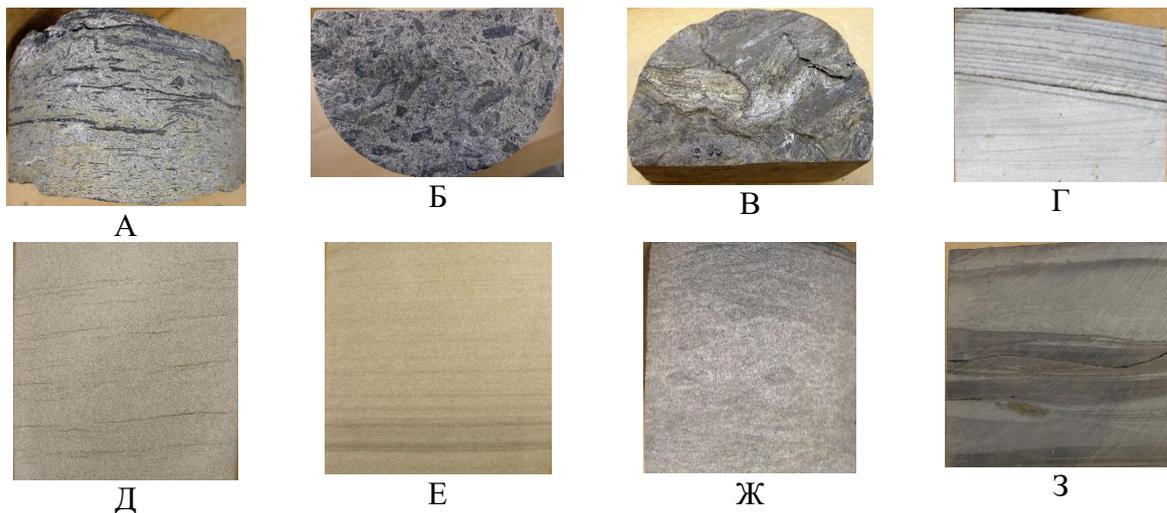


Рис. 4. Особенности отложений толщи С-IV сиговской свиты: А, Б, В – послойный растительный детрит и скопления растительных остатков; Слоистость: Г – разнонаправленная косоволнистая; Д – прерывистая волнистая; Е – горизонтальная; Ж – ихнофоссилии *Terebellina*; З – конкреции пирита

Повышенная зернистость пород, отсутствие микрофаунистических остатков, характерных для относительно глубоководных отложений, обедненный набор

ихнофоссилий свидетельствуют о формировании толщи С-IV в менее глубоководных условиях прибрежной полосы моря и связи осадконакопления с унаследованными постройками барового типа.

В результате выполненных исследований установлено, что отложения сиговской свиты в пределах Большехетского района имеют сложное строение; формировались на фоне трансгрессивно-регрессивных колебательных движений моря; на ранних этапах – в прибрежной полосе, на более поздних – в зоне волнения мелководного внутреннего шельфа и в относительно глубоководных участках внешнего шельфа, на заключительном этапе – в прибрежной полосе моря.

Учет сложности геологического строения позволит сократить геологические риски, связанные с поисками залежей нефти и газа в литологических ловушках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вакуленко Л.Г., Ян П.А. Юрские ихнофашии Западно-Сибирской плиты и их значение для реконструкции обстановок осадконакопления // Новости палеонтологии и стратиграфии, 2001. – Вып. 4. – Т. 42. – С. 83–93.
2. Литология келловей-оксфордских отложений в различных фациальных районах Западно-Сибирской плиты / П.А. Ян, Л.Г. Вакуленко, О.В. Бурлева [и др.] // Геология и геофизика, 2001. – Т. 42. – № 11–12. – С. 1897–1907.
3. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрском периоде / А.Э. Конторович, В.А. Конторович, С.В. Рыжкова [и др.] // Геология и геофизика, 2013. – Т. 54. – № 8. – С. 972–1012.

СЕКЦИЯ 7. ИНЖЕНЕРНОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО И ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА

РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ ПО СРЕДСТВАМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

О. В. Килина

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050
E-mail.: kov@2i.tusur.ru

DEVELOPMENT OF THE DIGITAL ECONOMY USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

O.V. Kilina

Tomsk state university of control system and radio electronics,
Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050
E-mail.: kov@2i.tusur.ru

Annotation. This article discusses the problem of Russia's lag in terms of engineering entrepreneurship and the digital economy and the priorities of the Russian Federation in the digital economy.

Проблема отставания России в области инженерного предпринимательства и цифровой экономики часто обсуждается в Правительстве РФ и Государственной Думе РФ. В частности, в ходе слушаний посвященных развитию цифровой экономики 08.07.2019, Вячеслав Володин заявил: «У нас в планах рассмотрение большого блока законов по развитию цифровой экономики» [1]. На данный момент проводятся исследования касающиеся воздействия оцифровки государственного управления и экономики Российской Федерации на общество. Эти разработки обеспечат предпосылки для долгосрочного процветания Российской Федерации в условиях продолжающейся цифровой революции. Процесс создания и реализации программы координируется министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций [2].

Приоритеты Российской Федерации в цифровой экономике — это, прежде всего, искусственный интеллект и его применение. Нам нужно разработать план, чтобы догнать США и Китай, все еще доминирующие по части искусственного интеллекта, и определить инвестиции в развитие искусственного интеллекта в качестве одного из главных приоритетов РФ на следующие 2021–2027 годы. Анализируя потенциал развития искусственного интеллекта в Российской Федерации необходимо отметить, что автоматизация затронет до 51% рабочих мест в российской экономике, что означает массовую переподготовку до 36 миллионов российских сотрудников. В то же время это дает огромную возможность модернизировать экономику, увеличить добавленную стоимость и, следовательно, заработную плату. Основная цель текущих национальных проектов в области искусственного интеллекта состоит в том, чтобы помочь повысить компетентность российских специалистов в данной области, а также общую конкурентоспособность российской экономики и смягчить негативные последствия для экономики и общества. На данный момент указом Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 утверждена стратегия развития искусственного интеллекта до 2030 года [3]. В соответствии с предстоящей государственной инновационной стратегией на 2019–2030 годы Российская Федерация должна стать лидером инноваций в области

искусственного интеллекта, что отражает стремление российского правительства активно реагировать на текущие тенденции и координировать действия всех участников как в государственном, так и в частном секторе. Динамично развивающаяся область искусственного интеллекта нуждается прежде всего в гибкой структуре и процессе принятия решений в ответ на быстрые технологические изменения. Поэтому цель стратегии состоит в том, чтобы в первую очередь определить направление в ключевых областях и создать функциональную структуру для достижения целей, мониторинга развития и принятия необходимых и своевременных дальнейших шагов.

Кроме этого необходимо определить правовые, административные и фактические барьеры для развития искусственного интеллекта в Российской Федерации, и в то же время определить инструменты для их реализации. Основная цель в области развития искусственного интеллекта заключается в поддержке создания надежной базы НИОКР в Российской Федерации в связи с существующими и вновь подготовленными формами поддержки НИОКР. К ним относятся как прямая, так и косвенная финансовая поддержка, а также другие инструменты (например, визовая политика, передача технологий). Тем не менее, проблемы искусственного интеллекта выходят далеко за рамки исследований и разработок, поэтому необходим постоянный мониторинг и координация подготовки к разрушительному воздействию искусственного интеллекта на экономику и общество, особенно в сферах образования, социального обеспечения и регулирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Эксперты: цифровизация экономики – сложная задача завтрашнего дня России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://duma.gov.ru/news/45609/> (дата обращения 27.12.2019).
2. Стратегия развития отрасли информационных технологий в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php/> (дата обращения 27.12.2019).
3. Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72738946/#review> (дата обращения 27.12.2019).

ИНСТРУМЕНТАРИЙ И ОСОБЕННОСТИ МАРКЕТИНГА ИННОВАЦИЙ

П.Н. Дробот, А.С. Молчанов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050
E-mail: dpn7@mail.ru

TOOLS AND FEATURES OF MARKETING INNOVATION

P.N. Drobot, A.S. Molchanov

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,
Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050
E-mail: dpn7@mail.ru

***Annotation.** Shown are modern ideas about marketing an innovative product, based on the character of innovation and the foundation of such educational areas for training personnel in innovation as «Innovation Management» and «Innovatics». The main differences between marketing innovation and marketing of consumer goods are shown, the main of which is the basis of innovative ideas and products in the form of technical solutions. Patent bases of developed countries of the world are the bases of technical solutions protected by patents, this*

implies the inextricable link and the peculiarity of marketing an innovative product and patent information research. The basic marketing tools of an innovative product are shown in the form of patent online resources, in the form of large information Russian and international citation databases and electronic libraries, in the form of business resources with information about enterprises, tenders and procurements, in the form of software products for patent research and such analytical products as thematic patent landscapes.

Среди субъектов Российской Федерации Томская область всегда была в авангарде инновационного развития в стране. Одними из первых в Томске открывались элементы инновационной инфраструктуры, среди множества которых можно назвать, для примера, такие как Технопарк, Томский центр содействия инновациям (АНО ТЦСИ), Томский инновационный центр Западной Сибири (ТИЦ ЗС) и многие другие. Одними из первых в стране в Томске поняли, что для успешного инновационного развития необходимо наладить масштабное «производство» и подготовку специальных кадров высшей квалификации для инновационного развития. В 2000 году созданный при Министерстве образования РФ Инновационный центр (ИЦ) был преобразован в Российский государственный университет инновационных технологий и предпринимательства (РГУИТП). Поэтому региональное представительство ИЦ ТИЦ ЗС преобразовали в Западно-Сибирский филиал Российского государственного университета инновационных технологий и предпринимательства (ЗСФ РГУИТП). Здесь первыми на томской земле, но как филиал московского университета, начали в 2000 году образовательную деятельность по специальности пятилетнего образования «Управление инновациями» и затем по направлению бакалавриата «Инноватика». Впоследствии на базе ЗСФ РГУИТП была разработана, и много лет функционирует до сих пор на базе НИ ТГУ, программа дополнительного образования и повышения квалификации [1]. ТИЦ ЗС был организован на базе Томского государственного, ныне Национального исследовательского, университета, поэтому не удивительно, что основной штат преподавателей ЗСФ РГУИТП состоял из преподавателей ТГУ. Именно ими была подготовлена указанная программа дополнительного образования, а впоследствии на этой основе в 2011 г. была издана книга [2], переизданная с доработкой в 2014 г. [3]. Каждое издание получило гриф УМО по университетскому политехническому образованию. Следует отметить, что среди слушателей программы дополнительного образования [1] были многие представители органов областной и городской власти, чиновники соответствующих подразделений по управлению инновационной деятельностью.

Именно потому, что большинство инновационных продуктов основаны на технических решениях, для развития инновационной деятельности необходимы специалисты, сочетающие техническое и управленческое образование и именно такими были созданы специальность «Управление инновациями» и направление «Инноватика». Эти обстоятельства определяют особый подход к маркетингу, который имеет дело не с товарами широкого потребления, а с инновационными товарами и продуктами, специфика которых определяет и специфический круг потребителей таких инновационных продуктов, и специфические подходы к выводу их на рынок, и особенности этой деятельности на каждом этапе жизненного цикла инновационного продукта. Все это определяет и специфические инструменты маркетинговых исследований инновационного продукта.

Так, слушателей программы дополнительного образования [1] обучают методам проведения маркетинга инноваций и при этом делают акцент на неразрывной связи маркетинговых и патентно-информационных исследований. Этому вопросу посвящен отдельный раздел в книгах [2, 3] «Связь маркетинговых и патентно-информационных

исследований». В этом нет ничего экстраординарного, наоборот, все это очень естественно, если знать теорию и историю инноватики. Большинство инновационных идей и инновационных продуктов основаны на новых технических решениях, а патентные базы как раз и содержат информацию о технических решениях, защищенных патентами. Поэтому патентные базы и являются основными источниками маркетинговой информации о конкурирующих инновационных решениях и разработках, об их авторах и научных коллективах, которые составляют конкуренцию на рынке вашей инновационной разработке. Вторым важным источником таких маркетинговых сведений являются научные электронные библиотеки и базы цитирований. Основными такими российскими ресурсами являются Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и портал elibrary.ru, а также электронная библиотека Киберленинка cyberleninka.ru. Соответствующими зарубежными ресурсами являются ресурсы Web of Science и Scopus, Scencedirect, Springer и многие другие.

К сожалению, следует отметить единичные случаи непонимания перечисленных особенностей маркетинга инновационного продукта и его связи с патентно-информационными исследованиями среди преподавателей, занятых в учебном процессе по направлению «Инноватика». Обычно это преподаватели, не имеющие высшего технического или физико-математического образования и зачастую это преподаватели, имеющие экономическое образование. В этом непонимании нет ничего удивительного, поскольку известно, что в учебных планах как экономических, так и управленческих специальностей, нет ни одной технической дисциплины. Страшно далеки такие специалисты от техники и от технических решений, лежащих в основе инновационных продуктов и от таких инструментов маркетинга, как патентные базы и патентные исследования. И тем больший вред оказывают эти специалисты учебному процессу, если высказывают свое пренебрежение патентными исследованиями неукрепившимся в своем понимании студентам, обучающимся по направлению «Инноватика».

Традиционно среди инструментов патентных исследований для студентов выделяли патентную триаду ФИПС – US PTO – EPO. То есть, российский Федеральный институт промышленной собственности, американское Бюро по патентам и товарным знакам, и Европейский патентный офис. Однако на самом деле таких ресурсов гораздо больше. На сайте ФИПС представлены 144 национальных патентных ведомств и 10 международных патентных организаций со своими интернет – порталами.

Но есть также крупная не национальная интернет платформа для патентных исследований – это Google Patent patents.google.com. На начальной веб-странице предусмотрена веб-форма «Include non-patent literature (Google Scholar)», и если поставить в ней галочку, то поиск информации будет проводиться также по непатентным источникам – по публикациям, индексированным на ресурсе Google Scholar. Другими словами, это и есть как патентные, так и информационные исследования на платформе Google Patent. Следует отметить, что и на российском портале РИНЦ elibrary.ru, являющемся в основном источником научных статей, в форме расширенного поиска предусмотрен поиск в патентах, если включить соответствующую галочку в веб-форме.

Как известно, классика не стареет, а рукописи не горят и изобретательская деятельность до 1991 года, то есть изобретения СССР и соответствующие технические решения вполне могут представлять интерес для инновационной деятельности, кроме действительно устаревших ввиду научно-технического прогресса. Соответствующая патентная информация представлена на уникальных ресурсах «База патентов СССР» (patents.su) и «Патентный поиск. Поиск патентов и изобретений РФ и СССР» (www.findpatent.ru).

Важную маркетинговую информацию по инновационным разработкам могут предоставить такие ресурсы, как sbis.ru и trade.su. Первый – мощная интернет-площадка, среди многочисленных бизнес-услуг, предоставляющая такую информацию как «Все о компаниях и владельцах» и «Поиск и анализ закупок». Второй ресурс - это крупный интернет-портал, где можно найти информацию о закупках, спросе и предложении продукции самых различных предприятий. Оба ресурса платные, но и бесплатные варианты работы дают достаточный объем сведений для маркетингового анализа инновационных разработок.

Существуют также программные продукты для патентных исследований, например, это информационно-поисковая система (ИПС) «Мимоза» и программный пакет «Патент Аналитик». Первая система известно достаточно давно и предоставляет возможность использования патентных данных на мультимедийных компакт дисках, информация об этом имеется на сайте ФИПС и доступна через поисковую форму сайта. Вторая система разработана относительно недавно и описана в статье разработчика системы кандидата технических наук Б.Е.Рушайло [4].

Еще одним уникальным инструментом маркетинга инноваций являются такие новые аналитические продукты, разработанные ФИПС, как открытые патентные ландшафты. Информация о разработанных на сегодняшний день патентных ландшафтах представлена на портале ФИПС: это «Химические источники питания», «Средства косметические по уходу за кожей и волосами, средства для окрашивания и обесцвечивания волос, дезодоранты», «Химические средства защиты растений, стимуляторы роста растений», «Органические удобрения», «Умный город», «Технологии блокчейн. Современное состояние и ключевые инсайты».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Учебно-методический комплекс «Коммерциализация и правовая защита результатов интеллектуальной деятельности». Институт дистанционного образования НИТГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ido.tsu.ru/cd-dvd/0/3642/> (дата обращения 04.12.2019).
2. Солдатов А.Н., Миньков С.Л. и др. Коммерциализация и правовая защита результатов интеллектуальной деятельности: учебное пособие. – Томск: Томский государственный университет, 2011. – 334 с.
3. Солдатов А.Н., Миньков С.Л., Соснин Э.А. и др. Выявление, правовая защита и коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности: учеб. пособие. – Томск: Издательский дом Томского государственного университета, 2014. – 360 с.
4. Рушайло Б. Е. Патентные исследования в системе «Патент – аналитик» // Патенты и лицензии. – 2014. – № 10. – С. 48 – 53.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ РАЗРАБОТОК В ПРОЦЕССЕ УЧАСТИЯ В КОММУНИКАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЯХ

К.Б. Казакова, А.С. Канисеев, В.Н. Телешенко

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Россия, г. Томск, пр. Ленина 40, 634050
E-mail: kazakova@main.tusur.ru

ASSESSMENT OF QUALITY OF COMMERCIALIZATION OF DEVELOPMENTS IN THE PROCESS OF PARTICIPATION IN COMMUNICATIVE EVENTS

K.B. Kazakova, K.S. Kaniseev, V.N. Teleshenko

Tomsk state University of control systems and Radioelectronics,
Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: kazakova@main.tusur.ru

***Annotation.** In the research process was carried out to study and describe the commercialization of innovative companies through participation in communicative activities, developed criteria for effectiveness, efficiency and performance, the proposed method of evaluation of *udovletvorennost*. As a result of the work, an integrated approach to assessing the quality of commercialization of the development of an organization engaged in innovative activities is presented.*

Для управления любого бизнес-процесса организации необходимо разработать показатели, установить для них целевые значения, производить мониторинг и анализ, а также оценивать текущее состояние процесса. Необходимо рассматривать каждый процесс организации с различных точек зрения. Во-первых, необходимо интересоваться результативностью процесса, то есть уделять внимание на количественные характеристики результатов процесса. Во-вторых, важно измерять эффективность протекания процесса, то есть анализировать соотношение результата и вовлеченных ресурсов. В-третьих, полезно измерять производительность работ, определяющуюся как среднее количество полезных результатов в расчете на одного исполнителя. В-четвертых, каждый процесс необходимо анализировать и оценивать качество результатов и степень удовлетворенности конечного потребителя работ [1].

В ходе исследования были разработаны показатели для процесса «Участие в коммуникативных мероприятиях» организации, занимающейся инновационной деятельностью.

Показатели результативности являются мерой результата процесса. Для того, чтобы их определить необходимо было выявить потребителя анализируемого процесса, выяснить, что является результатом и какую пользу приносит конечному потребителю процесс «Участие в коммуникативных мероприятиях».

При рассмотрении анализируемого процесса было выявлено, что клиентом данного процесса является организация, нуждающаяся в специалистах, которые бы свою очередь принимали участие в коммуникативных мероприятиях со своими проектами и разработками. Таким образом, с помощью интервьюирования сотрудников организации, пройденного анализа нормативной документации было определено, что главными показателями результативности рассматриваемого процесса является – число специалистов, принявших участие в коммуникативном мероприятии и количество рентабельных заключенных договоров, соглашений между организацией с другими предприятиями при затраченных ресурсах.

Показатели эффективности определяются как отношение результатов анализируемого процесса и средств, затраченных на его выполнение. Эффективность

любого бизнес-процесса организации важно анализировать и измерять, поскольку главной задачей улучшения процесса состоит в том, чтобы производить больше полезной деятельности с меньшими затратами [2].

Для анализируемого процесса «Участие в коммуникативных мероприятиях» было выявлено, что показателем эффективности будет являться отношение затрат, потраченных на участие в коммуникативном мероприятии (организационный взнос, выкуп территории для застройки стенда и т.д.) к числу рентабельных заключенных договоров, соглашений и сделок. Конечный результат характеризует эффективность использования денежных ресурсов, поступивших на вход процесса, а именно, обращения в организацию потенциальных партнеров, привлеченных на различных мероприятиях.

Для анализируемого процесса было определено, что показатель производительности может измеряться как отношение общего количества коммуникативных мероприятий к числу сотрудников, участвующих в них.

Рассматривая процесс «Участие в коммуникативных мероприятиях» было отмечено, что важно измерять не только результат и средства, затраченные на его получение, но и степень удовлетворенности ключевого потребителя полученным результатом. Ведь, в конечном счете, цель любого процесса состоит не в том, чтобы производить услугу, а в том, чтобы удовлетворить конечного потребителя. Формально говоря, услуга может быть получена, но не достигнута удовлетворенность конечного потребителя: такое может произойти при затрате больших денежных, временных и человеческих ресурсов на участие, после которого организация не получит никакого результата [1, 2].

Для анализа удовлетворенности потребителей анализируемого процесса было предложено проводить интервьюирование специалистов, принявших участие в коммуникативных мероприятиях с помощью следующей методики:

1. Специалистам предлагается ответить на вопрос: «Какова вероятность того, что Вы порекомендуете участие в данном мероприятии своим коллегам по работе? При интервьюировании можно использовать бальную систему оценок, где 0 соответствует ответу «Ни в коем случае не буду рекомендовать», а 10 – «Обязательно порекомендую».

2. Полученные данные анализируются и на основе полученных оценок все клиенты процесса подразделяются на 3 группы: 9–10 баллов – сторонники организации, 7-8 баллов – нейтральные участники, 0-6 баллов – критики.

3. Предложенный индекс удовлетворенности рассчитывается как разность: Удовлетворенность = доля сторонников – доля критиков.

Таким образом, в ходе исследования разработаны показатели результативности коммерциализации разработок через процесс участия в коммуникативных мероприятиях. Применение данных показателей и предложенной методики удовлетворенности позволит топ-менеджменту компании, занятой инновационной деятельностью, оценить эффективность, производительность коммерциализации своих разработок, в процессе «Участия в коммуникативных мероприятиях».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фокина О.Г. Методика оценки результативности и эффективности процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosmintrud.ru/docs/laws/114> (дата обращения 16.12.2019).
2. Искандерова Р. Р. Методика оценки результативности СМК предприятия // Молодой ученый. – 2015. – № 5. – С. 278–280.

ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ РЫНКОВ НТИ, ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА И КЛАСТЕРОВ РЕГИОНОВ СФО

С.Н. Попова, И.С. Антонова, И.А. Павлова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: snp@tpu.ru

OPPORTUNITIES OF INTEGRATION OF STA MARKETS, INDUSTRIAL COMPLEX AND CLUSTERS OF REGIONS OF THE SFD

S.N. Popova, I.C. Antonova, I.A. Pavlova
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: snp@tpu.ru

***Annotation.** The innovative development of the regions of Siberia is not implemented uniformly. Different regions have different potentials for implementing areas of the National Technology Initiative. But each of them has the resources to form separate STA markets.*

Современные приоритеты государственной политики в области развития российских рынков связаны с освоением новых технологий, выходом на новые рынки. В рамках реализации Национальной технологической инициативы (НТИ) сегодня реализуются пилотные проекты, формируются научно-производственные площадки по выбранным приоритетным направлениям: Фуднет, Энерджинет, Хэлфнет, Маринет, Аэронет, Автонет, Нейронет, Сэйфнет, Технет. По каждому из приоритетных рынков сформированы дорожные карты. Анализ дорожных карт рынков НТИ показал, что основными территориями, проекты которых вошли в документы, выступают регионы Центрального федерального округа (в основном г. Москва, Московская область, г. Санкт-Петербург, Ленинградская область).

При этом практически не проведен анализ возможного участия в проектах НТИ других регионов, в том числе Сибирского федерального округа (СФО).

Регионы Сибири в разной степени вовлечены в процесс развития и продвижения инновационных идей.

Отдельную группу регионов СФО составляют территории, которые в целом характеризуются невысоким уровнем социально-экономического развития, относительно низким уровнем развития индустриальной производственной базы. К ним можно отнести Республику Тыва, Республику Алтай, Республику Хакасия.

Вторая группа регионов (Алтайский край, Кемеровская область, Омская область) СФО имеют достаточно высокий промышленный потенциал, но уровень развития инновационной инфраструктуры относительно невысок.

Вектора развития экономики Алтайского края в рамках рынков НТИ в могут охватывать достаточно обширные области. Основные акценты на сегодня сделаны на рынки Фуднет и Хэлфнет. В 2018 году в крае поданы заявки на участие в проектах НТИ по направлению Технет.

Кемеровская область представляет собой территорию с низким уровнем диверсификации экономического развития, в большой степени зависящей от развития угольной промышленности. Развитие проектов в рамках НТИ в регионе ориентировано, с одной стороны, на усиление отрасли, с другой – на формирование условий для многопрофильности экономики региона.

В Омской области на сегодня не наблюдается высокой активности в сфере продвижения и развития инноваций. При этом регион обладает достаточным потенциалом в отраслях нефтепереработки, химической промышленности. Область

может стать центром развития аэрокосмических технологий на базе «Производственного объединения «Полет»».

Условно выделенная третья группа регионов СФО (Красноярский край, Иркутская область, Новосибирская область, Томская область) представляет собой наиболее продвинутые регионы в области развития инновационной среды.

В Красноярском крае сегодня реализуются крупные инвестиционные проекты на сумму более 434 млрд. руб. (по данным ЕГИСУ). Общие направления инвестиционной деятельности в рамках значимых для региона инвестиционных проектов связаны с созданием и модернизацией объектов: деревоперерабатывающего комплекса региона, включая освоение технологий глубокой переработки сырья, нефтегазовой отрасли, сельскохозяйственного комплекса, металлургической отрасли.

В Иркутской области на базе приоритетных отраслей созданы нефтегазохимический, фармацевтический и машиностроительный кластеры, в дальнейшем планируется создание лесопромышленного кластера. Наличие дешевой электроэнергии создает предпосылки для развития цифровой экономики и реализации соответствующих направлений Технет, например Big Data. В области есть достаточный потенциал для размещения и осаждения новейших технологий.

Новосибирская область является передовой в области развития и внедрения инновационных технологий в различных отраслях промышленности. В области с 2016 года реализуется программа реиндустриализации, в рамках которой сформированы приоритетные программы по направлениям: информационные технологии и телекоммуникации, биотехнологии, высокотехнологичная медицина, клеточные технологии, микро-, нано- и биоэлектроника, фотоника, инновационные материалы, аддитивные технологии, компьютерное моделирование и конструирование, новые технологии в АПК в интересах продовольственной безопасности Новосибирской области и страны в целом.

Важным направлением развития Томской области является научно-образовательный комплекс и высокотехнологичные предприятия в области электроники, механики, нанотехнологий и современных материалов. Особенностью научно-образовательного комплекса Томской области является интеграция академической и вузовской науки.

Среди сильных сторон региона можно выделить высокую инновационную активность организаций участников инновационных кластеров: Инновационный территориальный кластер «Smart Technologies Tomsk», Инновационно-промышленный кластер «Возобновляемые природные ресурсы Томской области».

На современном этапе развития инновационной экосистемы России государством осознана необходимость вовлечения всех регионов в программы НТИ. В рамках НТИ реализуются региональные конкурсы, целью которых является поддержка и финансовое сопровождение перспективных инновационных проектов. В конце 2018 года в рамках «Съезда инженеров Сибири» был представлен проект дорожной карты «Технет – Сибирь». В рамках реализации направлений НТИ в СФО важно формировать межрегиональные проекты. При этом общими векторами развития рынков НТИ могут стать:

- реализация отдельных совместных проектов в рамках направлений НТИ и осаждения новых технологий, связанных с внедрением цифрового производства, применением новых материалов, автоматизацией логистических процессов, роботизацией производства на предприятиях региона;
- формирование платформ, промышленных площадок, бизнес-инкубаторов для стимулирования инновационной активности;

- поиск и реализация сетевого взаимодействия с ведущими научными институтами и вузами СФО и России в целом для реализации совместных проектов и формирования площадок TestBeds.

АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К РАЗВИТИЮ КОНЦЕПЦИИ ГЛОБАЛЬНОЙ КОНКУРЕНТОСОБНОСТИ РЕГИОНОВ

Н.О. Чистякова, И.С. Антонова, А.Б. Жданова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: chistyakovano@tpu.ru

THEORETICAL REVIEW OF REGION GLOBAL COMPETITIVENESS DEVELOPMENT

N.O. Chistyakova, I.S. Antonova, A. B. Zhdanov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: chistyakovano@tpu.ru

***Annotation.** The transformation of economic relations from local to global, affecting the change in the behavior patterns of economic agents, makes it necessary to revise the approaches and methods of managing regional development from the perspective of the formation and implementation of a new “value proposition” for all its actors, both external and internal, which necessary for its development and adaptation to modern conditions.*

Трансформация экономических отношений от локальных к глобальным, влияя на изменение моделей поведения экономических агентов, делает необходимым пересмотреть подходы и методы управления региональным развитием с позиции формирования и реализации нового «ценностного предложения» для всех его акторов, как внешних, так и внутренних, что необходимо для его развития и адаптации к современным условиям. Это вызывает необходимость разработки интегрированного подхода к изучению данных процессов, позволяющих всестороннее и объемно исследовать данный набор явлений, и выработать механизмы обеспечения глобальной конкурентоспособности региона, на основе исследования основных положений неоклассической, институциональной и эволюционной экономических теорий (рисунок 1).

Результаты интеграции теоретических концепций позволили выявить особенности экономической сущности конкурентоспособности региона, что дает возможность сформировать уникальные конкурентные преимущества. Так, трансформация экономических отношений подразумевает эволюцию концептуальных основ процесса регионального развития в контексте эволюционной экономической рассматривается как следствие формирования экономического пространства за счет более конкурентоспособных экономических агентов, что приводит к техническому прогрессу. Тогда, система теории, рассматривающую необходимость постоянной адаптации под меняющиеся внешние условия, реагирующую на вызовы внешней среды, через формирование новых возможностей и подчеркивающую динамический характер процессов в условиях высокой степени неопределенности (блок 3, рисунок 1).

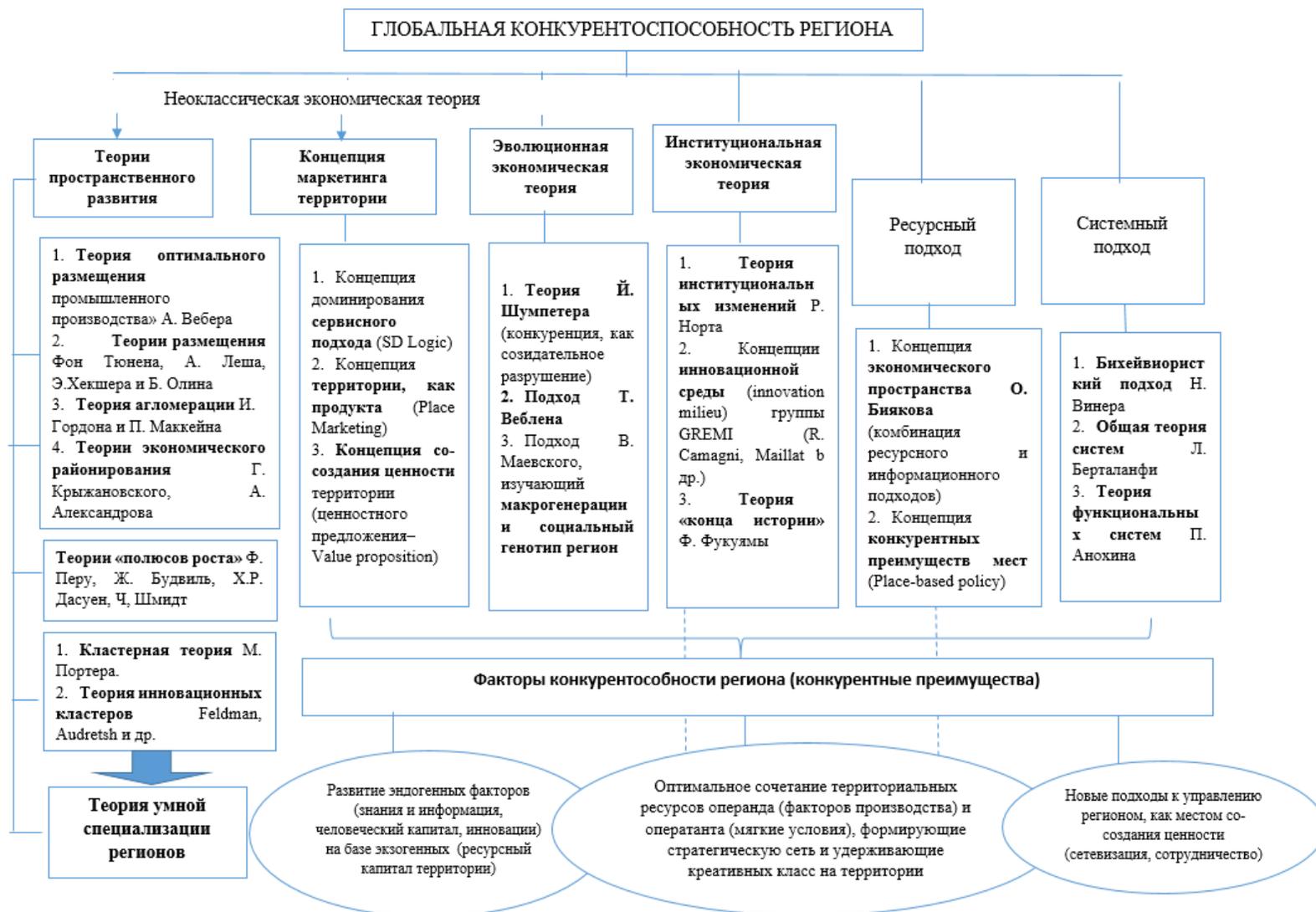


Рис. 1. Интеграция теоретических концепций, исследовавших экономическую сущность конкурентоспособности регионов

При этом для региональной системы трансформация социально-экономических отношений осуществляется одновременно на двух уровнях: на уровне хозяйствующих субъектов региона (микроуровень) и на уровне региональных и макрорегиональных систем (мезоуровень), причем изменение одного приводит к изменениям другого^{1,2}. Таким образом, экономический рост территории может изменяться как под влиянием внешних факторов (экзогенные параметры), так и за счет трансформации внутренних составляющих.

В то же время, трансформация экономических отношений приводит и к изменениям на макроуровне, когда родственные макроэкономические подсистемы (макрогенерации)³ проходят собственные стадии жизненного цикла, участвующие в процессе экономического естественного отбора и формируют «генотип» региона. Генотип региона имеет практически постоянную структуру, в котором изменения возможны внутри самих макрогенераций за счет технического прогресса (блок 3, рисунок 1, концепция Маевского).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нельсон Р.Р., Уинтер С.Дж. Эволюционная теория экономических изменений – М: Дело, 2002 – 540 с.
2. Маевский В.И. Эволюционная экономическая теория и некоторые проблемы современной российской экономики // Эволюционная экономика: проблемы и противоречия теории и практики (доклады и выступления участников международного симпозиума). – М., 2000. – С. 74
3. Шумпетер, Й. А. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия – М. : Эксмо, 2008. – 864 с.

¹ Так, согласно, работам С. Нельсона и С. Уинтера [1], изучавшим эволюционную качественную модель инновационного поведения экономического агента (на микроуровне), ключевым фактором, влияющим на изменение привычной технологической рутины (совокупность методов и способов производства на базе определенной технологии) является поиск новых технологий, обеспечивающим максимизацию прибыли и возможность выживания в конкурентной борьбе, либо за счет собственных НИОКР (эндогенных факторов роста), либо за счет имитации технологий

² Выбор той или иной стратегии развития обуславливается двумя факторами (сродни шумпетерианской теории): степень конкуренции (концентрации фирм в отрасли или агрессивное поведение конкурентов) и степенью технического прогресса (лучшие практики технологий или цена технологий)

³ Исходная предпосылка эволюционной концепции В. Маевского [2] была связана с развитием макрогенераций - состав макроотраслей экономики страны или региона, (то же содержание, что и у Й. Шумпетера [3] в «старых» и «новых» комбинациях), которые не меняются со временем («вечные макрогенерации») и НТП способствует только развитию технологий внутри самих макроотраслей, практически не меняя их состав.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫНКА ТРУДА В ПЕРИОД ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

О.С. Сыркина, О.А. Нестерова
Томский Государственный педагогический университет
Россия, г.Томск, ул. Карла Ильмера, 15/1, 634057
E-mail: lesyar.k@mail.ru

DEVELOPMENT TRENDS OF THE LABOUR MARKET IN THE PERIOD OF DIGITALIZATION OF THE ECONOMY

O.S. Syrkina, O.A. Nesterova
Tomsk State Pedagogical University
Russia, Tomsk, st. Karl Ilmer, 15/1, 634057
E-mail: lesyar.k@mail.ru

Annotation. *One of the most important problems today in the Russian Federation is the differentiation in the level of remuneration. The purpose of the article is to analyze the asymmetry of the regional labor markets of Russia, to determine the limitations and challenges associated with this, the consideration of which can help increase the effectiveness of employment policy measures. This article examines the current state of the Russian economy, which is facing an acute problem of moving to a qualitatively new level, associated with the requirements of digital civilization.*

На протяжении последних лет происходят диверсификация экономики страны и переход на цифровую траекторию развития, фундаментальными предпосылками которого являются господство глобальных технологических, демографических и геополитических трендов, подрывающих существующий процесс разделения труда и формирующих господство искусственной интеллектуализации на рынке труда [1]. Мы вступаем в эпоху массовой цифровизации, которая охватывает все отрасли экономики и предопределяет новые тенденции в развитии рынка труда.

В последние годы наблюдается увеличение интереса к исследованию неоднородности региональных рынков труда в силу ряда причин. С одной стороны, усиление неравномерности социально-экономического развития регионов России, новые агломерационные эффекты, миграционные потоки, возможности инвестирования в человеческий капитал, эффективность практик регионального менеджмента углубляют асимметрию рынков труда, внося вклад в усиление регионального неравенства занятости, безработицы, рабочих мест, доходов. С другой стороны, причиной выступают цифровая трансформация экономики в региональном разрезе и потенциальные ее эффекты для занятости, безработицы, структуры рабочих мест [2].

Несоответствие заработной платы уровню квалификации ведет к уменьшению количества кадров из тех отраслей, которые содействуют научно-техническому и культурному прогрессу страны. Во многом дифференциация связана именно с природно-климатическими условиями данных округов. Северные регионы богаты залежами нефти, газа и полезными ископаемыми, но для того чтобы освоить и добыть все это, необходима рабочая сила. К примеру, заработная плата на Дальнем Востоке и в районах Сибири достаточно высока вследствие сурового климата, а также тяжелых условий труда и достаточной удаленности от центра, поэтому оплата труда частично компенсирует эти недостатки. Значительно выше среднего по стране уровень заработной платы в таких отраслях, как добыча полезных ископаемых, финансовая деятельность, химическое производство, транспорт и связь, топливно-энергетических отраслях и цветной металлургии. В то же время в сельском хозяйстве, охоте и лесном

хозяйстве, в обрабатывающих производствах, строительстве, в сфере образования и здравоохранения уровень заработной платы значительно ниже среднего по Федерации. Заметна также тенденция увеличения степени дифференциации заработной платы по уровню образования [3].

Анализ положения, сложившегося в стране с оплатой труда, свидетельствует о крайне несовершенных методах ее регулирования. Несмотря на увеличение номинальной заработной платы, остается множество других факторов, влияющих на уровень оплаты труда. Существенная дифференциация заработной платы свидетельствует о неразвитости рынка труда, отражает влияние на формирование заработной платы рыночных процессов. Требуется существенный пересмотр государственной и местной политики, формирования четких ориентиров для работодателей, и выработка стимула для трудящихся.

Необходимо дальнейшее исследование по выявлению взаимосвязи между финансовым, социально-экономическим благополучием региона и состоянием рынка труда. Необходимо принимать такие меры как: создание высокопроизводительных рабочих мест; стимулирование мобильности рабочей силы в регионы; обеспечение сбалансированности подготовки кадров и потребностей региональной экономики с учетом избранных векторов ее роста. Высокая безработица, низкая заработная плата, непривлекательные рабочие места, отсутствие перспектив решения актуальных проблем жителей депрессивных регионов приводят к перетоку работников в неформальный сектор.

Одним из решений сегодня выступает цифровизация экономики, которая формирует новые вызовы и риски для региональных рынков труда, которые необходимо учитывать при разработке и реализации политики занятости. Например, согласно исследованиям, цифровизация экономики затронет в первую очередь занятость в сферах логистики, торговли, строительства, автомобилестроения [4]. Даже краткий обзор некоторых аспектов структуры занятости по регионам позволяет выявить потенциальную «цифровую» асимметрию региональных рынков труда с более высокими рисками, затрагивающую определенные сферы региональной экономики. Однако отметим, кроме положительных моментов в развитии рынка труда, связанных с цифровизацией экономики, объективно существует следующий недостаток – трансформация рабочих мест, и, как следствие, технологическая безработица, одно из последствий которой – стагнация заработной платы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ширинкина Е.В. Управление человеческим капиталом в парадигме цифровизации: проблемы и принципы управления // Вопросы управления. – 2018. – № 6 (55). – С. 142–148.
2. Санкова Л.В, Мирзабалаева Ф.И. Региональная асимметрия рынков труда и вызовы политике занятости// Проблемы развития территории. – 2018. – вып. 4(96). – С.104–122.
2. Федеральная служба государственной статистики. Уровень жизни // Росстат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gks.ru/folder/13397> (дата обращения 25.12.2019).
3. Берберов А.Б. На пути к цифровизации российской экономики: проблемы и перспективы // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/naputi-k-tsifrovizatsii-rossiyskoy-ekonomiki-problemy-i-perspektivy/viewer> (дата обращения 25.12.2019).

КОМПАРАТИВИСТКИЙ ПОДХОД КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ УНИВЕРСИТЕТОВ В ТРАНЗИТИВНОМ ОБЩЕСТВЕ

К.Э. Сантоцкая, О.В. Санфирова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
Томский государственный педагогический университет,
Россия, г. Томск, ул. Киевская, д. 60, 634061,
E-mail: santotskayak@mail.ru

COMPARATIVIST APPROACH AS A FACTOR OF ENSURING COMPETITIVENESS OF UNIVERSITIES IN A TRANSITIONAL SOCIETY

K.E. Santotskaya, O.V. Sanfirova

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
Tomsk State Pedagogical University, Russia, Tomsk, st. Kievskaya, d. 60634061,
E-mail: santotskayak@mail.ru

***Annotation.** The dynamics of modern socio- cultural processes activates comparativistic approach as a factor of competitiveness of universities in the transitive society , the development of vocational education, the General goal is the advanced training of qualified and skilled personnel able to contribute to the implementation of the policy of any state.*

В развитии университетов в транзитивном обществе на сегодняшний день на первый план выходит именно опережающая подготовка высококвалифицированных кадров, способных внести свой вклад в реализацию политики любого государства. Одновременно с этим перед профессиональным образованием и другими социально-культурными институтами стоит задача обеспечения собственной конкурентоспособности в условиях быстро развивающихся образовательных рынков.

Вне сомнения, эти рынки формируются на университетских платформах, которые разрастаясь, захватывают производство, становясь отдельными институциональными единицами. Данные единицы хоть и не отличаются стабильностью, но достаточно гибки и адаптивны к транзитивным реалиям. Что это за реалии, какое значение они несут в данном фокусе исследования. В первую очередь это реалии с очень нестабильным ядром, которое дробится, раскалывается на непредсказуемое количество единиц, а самое главное, соединяется внесистемно, подчиняясь своим законам, с другими подобными ядрами. Раньше сдерживающим фактором такого хаоса было расстояние, теперь же оно успешно преодолено net-технологиями. В связи с чем, компаративистика является, по сути, ключом, который хотя бы как-то показывает направления изменений, направления движений, вектор развития и другие пространственные единицы [1].

Для решения этой задачи необходимо проведение научно-прикладных исследований, направленных на изучение как собственной внутренней среды, так и внешних условий, в которых функционируют эти ядра. В этой связи возрастает актуальность применения компаративного подхода в качестве общенаучной основы концепции разработки программ подготовки студентов вуза, что обусловлено масштабными переменами, постоянно случающимися в сфере профессионального образования. Теоретическая база компаративных исследований.

В целом проблему можно резюмировать следующим образом: компаративное исследование социальных явлений предполагает наличие, с одной стороны, языка, достаточно универсального, чтобы с его помощью можно было описывать разные

объекты, и, с другой стороны – некоторого уровня понимания каждого из сравниваемых объектов, необходимого для фиксации роли отдельных элементов в общей структуре таких объектов. При этом справедливо общее логическое правило, что более универсальный язык описания открывает путь к более широким сопоставлениям, но ограничивает глубину анализа конкретных объектов, и наоборот.

Каким же является образование в ведущих университетах мира. За рубежом к высшему образованию относится любое из различных видов образования, предоставляемое в последипломных учебных заведениях и обычно предоставляющее по окончании учебного курса именованную степень, диплом или сертификат о высшем образовании. Высшие учебные заведения включают не только университеты и колледжи, но и различные профессиональные школы, которые обеспечивают подготовку в таких областях, как право, теология, медицина, бизнес, музыка и искусство. Высшее образование также включает в себя учительские школы, колледжи и институты. Основным требованием для большинства высших учебных заведений является завершение среднего образования, а обычный возраст вступления составляет около 18 лет [2].

Динамика современных социально-культурных процессов активизирует развитие системы профессионального образования, генеральной целью которой становится опережающая подготовка квалифицированных и высококвалифицированных кадров, способных внести свой вклад в реализацию политики любого государства[3].

Одновременно с этим перед профессиональным образованием и другими социально-культурными институтами стоит задача обеспечения собственной конкурентоспособности в условиях быстро развивающихся рынков и самого транзитивного общества. Достижению этой задачи способствует активное проведение организациями профессионального образования, организациями социально-культурной сферы научно-прикладных исследований, направленных как на изучение собственной внутренней среды, так и внешних условий, в которых организации функционируют. Прикладной характер исследований позволяет формировать представление о компаративном образовании [4].

Тотальная цифровизация помогает выходить на современный кроссконтинентальный уровень экономических исследований с основами системного ценностно-философского анализа. С точки зрения транзитивных образовательных реалий уровень цифровизации играет прямую роль в коммуникативных образовательных технологиях, которые открыты и доступны. По этому знания условий развития высшего образования других стран позволяет сделать этот процесс более быстрым и войти в это поле подготовленным, понимающим субъектом. Сравнение основ других педагогических систем облегчает вхождение в этот транзитивный кросскультурный процесс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bray M., Adamson B., Mason M. Comparative Education Research: Approaches and Methods. – USA: Springer Science & Business Media, 2007. – 444 p.
2. Higher education. Encyclopaedia Britannica [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.britannica.com/topic/higher-education> (дата обращения 25.12.2019).
3. Huisman Jeroen, Tight Malcolm. Theory and Method in Higher Education Research. – UK: Emerald Group Publishing, 2016. – 280 p.
4. Antonucci Lorenza. Comparative research in higher education studies: Considering the different levels of comparison and emerging methodological challenges. Theory and Method in Higher Education Research. International Perspectives on Higher Education Research. – UK: Emerald Group Publishing, 2013. – Pp. 1–21.

**СЕКЦИЯ 8. ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ФИЗИКА
ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**ОЦЕНКА ИЗЛУЧЕНИЯ ТЕМНЫХ ФОТОНОВ В МАГНИТНОМ
ПОЛЕ СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА**

И.В. Ворончихин, Б.И. Василишин

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. А.Ю. Трифонов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: IVV1211@yandex.ru

**RADIATION OF DARK PHOTONS IN ELECTROMAGNETIC
FIELDS OF SPECIAL KIND**

I.V. Voronchikhin, B.I. Vasilishin

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.Yu. Trifonov
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: IVV1211@yandex.ru

Annotation. In this paper, using the Lagrangian of the standard model, taking into account the mixing of a dark and electromagnetic photon, an expression for the 4-potential of a dark photon is obtained. Assuming that the mass of the dark photon is small, longitudinal polarization can be neglected and synchrotron radiation formulas used for estimation.

Интенсивные исследования тёмной материи, проводятся как на крупнейших ускорителях (LHC, CEBAF) так и в экспериментах, не использующих ускорители (CAST, ADMX). Одна из трудностей в исследовании тёмной материи заключается в том, что она может наблюдаться только при гравитационном взаимодействии. Однако, имеется уникальная возможность существования новой силы взаимодействия между «тёмным» сектором и видимым веществом, передаваемая новым векторным бозоном (тёмным фотоном) [1]. Тёмный фотон может образовываться в реакции вида: $e^- Z \rightarrow ZA'$, когда пучок электронов (e^-) попадает на активную мишень (Z). Далее такой бозон может распасться на два лептона из тёмного сектора $A' \rightarrow \chi^- \chi$. Проведённые в 2016 году исследования по прямому поиску векторного бозона в суб-гэвном регионе масс в эксперименте NA64, SPS CERN, показали для набранной статистики в $4,3 \cdot 10^{10}$ электронов, попавших на мишень, отсутствие сигналов, характерных для такого процесса. Таким образом, были получены новые, более строгие, ограничения на константу смешивания A' с фотонами: $10^{-5} < \varepsilon < 10^{-2}$ для массы $m_{A'} \leq 1$ ГэВ [2].

В теории поля массивные частицы со спином 1 описываются как кванты векторных полей. Такие векторные бозоны играют роль посредников взаимодействий в физике частиц. Темный фотон это массивная векторная частица со спином 1, которая, по теоретическим предположениям, обладает схожими квантовыми числами с электромагнитным фотоном, с массой в пределах $0,002 - 0,4$ ГэВ и константой смешивания с электромагнитным фотоном $\varepsilon < 1,2 \cdot 10^{-4}$. Взаимодействие со стандартной моделью осуществляется через смешивание с электромагнитным фотоном. Общий лагранжиан имеет вид [2]:

$$L = -\frac{1}{4} F^{\mu\nu} F_{\mu\nu} + \bar{\psi} \left\{ \gamma_{\mu} (i\partial^{\mu} - eA^{\mu}) - M_{\psi} \right\} \psi + \frac{1}{2} F'^{\mu\nu} F_{\mu\nu} - \\ - \frac{1}{4} F'^{\mu\nu} F'_{\mu\nu} + \frac{1}{2} \frac{M_{A'}^2 c^2}{\hbar^2} A'^{\mu} A'_{\mu} + \bar{\chi} \left\{ \gamma_{\mu} (i\partial^{\mu} - gA'^{\mu}) - M_{\chi} \right\} \chi,$$

где $F^{\mu\nu}, F'^{\mu\nu}$ – тензор напряженности электромагнитного поля и поля темного фотона;

A^{μ}, A'^{μ} – 4-вектор потенциала электромагнитного и темного фотонов, соответственно;

$M_{A'}, M_{\chi}, M_{\psi}$ – масса темного фотона, темного фермиона и частицы стандартной модели соответственно.

Используя уравнение Эйлера-Лагранжа, получим систему уравнений:

$$\begin{cases} \partial_{\mu} F'^{\mu\nu} + \lambda_{M_{A'}}^2 A'^{\nu} = \tau \partial_{\mu} F^{\mu\nu} \\ \partial_{\mu} F^{\mu\nu} = \tau \partial_{\mu} F'^{\mu\nu}, \end{cases}$$

решив данную систему, получим выражение для 4-потенциала темного фотона:

$$A'^{\nu} = \sum_{\mu, \lambda} e_{\lambda}^{\nu} \left(c_{\mu\lambda}^{-} e^{-ix_{\beta}\psi^{\beta}} + c_{\mu\lambda}^{+} e^{ix_{\beta}\psi^{\beta}} \right),$$

где x_{β}, ψ^{β} – 4-вектор координаты и волновой 4-вектор, соответственно;

e_{λ}^{ν} – вектор поляризации.

4-потенциалы темного и электромагнитного фотона отличаются количеством поляризаций и наличием массы в степени экспоненты.

Далее рассмотрим случай, что масса темного фотона мала, тогда для оценки вероятности рождения темного фотона можно пренебречь продольной поляризацией. В этом случае можно использовать формулы для синхротронного излучения электромагнитного фотона, основываясь на формулах из источника [3], мощность излучения для темного фотона имеет вид:

$$W = \frac{ce_0^2}{2\pi} \int \delta(E - E' - \hbar\omega_{A'}) (\Phi_2 + \Phi_3) d^3\psi \ll \Phi_2 = (\vec{\alpha} \cdot \beta_2) (\vec{\alpha} \cdot \beta_2), \quad \Phi_3 = (\vec{\alpha} \cdot \beta_3) (\vec{\alpha} \cdot \beta_3)$$

где E, E' – энергия электрона до и после излучения;

$\omega_{A'} = \sqrt{(c\hbar\psi)^2 + (M_{A'}c^2)^2}$ – частота темного фотона;

β_2, β_3 – линейные поляризации;

$\vec{\alpha}$ – средние матрицы Дирак.

В случае движения электрона в однородном и постоянном магнитном поле, направленном вдоль оси Oz спектр энергий, имеет вид [4]:

$$E = \sqrt{(m_0c^2)^2 + 2n(c\hbar)^2 \frac{\omega_c}{c\lambda_k} + c^2 p_3^2}, \quad E' = \sqrt{(m_0c^2)^2 + 2n'(c\hbar)^2 \frac{\omega_c}{c\lambda_k} + (\hbar p_3 - \hbar\psi_3)^2}$$

где ω_c – циклотронная частота;

λ_k – длина Комптона;

n, n' – номера состояний до и после излучения;

$\vec{p}, \vec{\psi}$ – импульс электрона и волновой вектор темного фотона.

В случае нулевой проекции импульса электрона на ось Oz модуль волнового вектора темного фотона с учетом дельта-функции под интегралом:

$$c\hbar k = \left\{ \frac{E^2}{\sin^4(\theta)} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{\left\{ 2\nu(c\hbar)^2 \frac{\omega_c}{c\lambda_k} + (M_A c^2)^2 \cos^2(\theta) \right\} \sin^2(\theta)}{E^2}} \right)^2 - (M_A c^2)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}.$$

В магнитном поле данного вида вероятность рождения темного фотона мала. Рассмотрение электромагнитных полей более общего вида и выявление условий, в которых вероятность рождения достаточна для экспериментального обнаружения, связано с трудностями решения уравнения Дирака для произвольных электромагнитных полей, в данном случае возможно использование асимптотических методов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gninenko S. N. Search for MeV dark photons in a light-shining-through-walls experiment at CERN// Phys. Rev. D. – 2014. – vol. 89. – no.8. – Article number 075008.
2. D. Banerjee et al. (The NA64 Collaboration), Search for vector mediator of dark matter
3. Соколов А.А., Тернов И.М. Релятивистский электрон: 2-е изд., перераб. – М.: Наука, 1983. – 304 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЫ ПО ИЗОТОПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Л.И. Дорофеева, А.П. Вергун

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: dorofeyeva@tpu.ru

IMPLEMENTATION OF MASTER DEGREE PROGRAM ON ISOTOPE TECHNOLOGIES IN CONDITIONS OF ELECTRONIC EDUCATIONAL ENVIRONMENT DEVELOPMENT

L.I. Dorofeyeva, A.P. Vergun

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: dorofeyeva @tpu.ru

Annotation. *The level training increasing problem of the Master's degree students in Modern Isotope technologies and Radiation safety, having demanded competences in the field of Nuclear physics and Technology, is relevant for enterprises characterized by high level of technique and technology, automation and knowledge-intensity, as well as scientific and educational organizations. The work considers the main issues on the organization of the educational process in cooperation with enterprises - partners in the conditions of development of the electronic educational environment.*

Развитие промышленности и общества в целом неразрывно связано с изменениями в системе образования и потребностями в новых навыках и компетенциях. Прежде всего, профессиональные компетенции претерпевают изменения в зависимости от запросов общества в силу его динамичного развития. Профессиональные компетенции (знания, умения и владение опытом) обновляются вслед за новыми процессами, возникающими в меняющемся мире [1–12]. Такие изменения, как показывает опыт реализации образовательной программы по изотопным технологиям [13] направления «Ядерные

физика и технологии», хорошо отражаются в дисциплинах общепрофессионального блока магистерской подготовки, связанного с современными технологиями, оборудованием и автоматизацией на предприятиях ядерно-топливного цикла.

Цифровая экономика и автоматизация производства формируют запросы на компетенции для работы с цифровыми носителями информации, в киберфизическом пространстве, сетевых коммуникациях в мультязычной среде. Кроме того, возрастающие требования к экологичности во всех сферах взаимодействия предполагает бережное отношение к природным ресурсам и наличия компетенций безопасного и экологичного их использования [14].

Продуктом образовательной системы является приобретатель компетенций и её востребованный выпускник: творческий, способный решать возникающие перед ним задачи, следовательно, имеющий навыки работы в команде, постоянно занимающийся самообразованием, формирующий собственные цели и обладающий предпринимательским типом мышления, а также способный формировать собственное портфолио или индивидуализированную модель компетенций, приобретаемых во время учебной и внеучебной деятельности. Способностью формирования вышеперечисленных навыков и компетенций могут обладать тренажерные комплексы, 3D моделирование, профессиональные симуляторы, реализуемые исследовательские проекты. Так, например, тренажерные комплексы, внедренные в основные дисциплины, помогут осваивать производство, гибко реагировать на изменения, а также отрабатывать навыки работы при нестандартных ситуациях. При этом, самостоятельная деятельность магистранта по освоению образовательной программы, как правило, связана с некоторыми ограничениями, которые могут возникнуть: необходима постоянная обратная связь для разбора сложных моментов, мотивации к обучению, которая также возникает при наличии обратной связи с обучаемым и гибкой подстройкой под результаты обучения, формируемые образовательной программой.

Как правило, формирование образовательной программы происходит совместно с предприятиями-партнерами, через взаимодействие по передаче опыта, а также при формировании совместных образовательных структур (например, учебных лабораторий [13]) на базовых предприятиях, прохождение научно-исследовательской, преддипломной практик на базе предприятий-партнеров и проведение совместных научных исследований и других мероприятий, которые положительно влияют как на образовательный процесс в целом, так и могут привести к созданию новейших технологических продуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материалы семинара «Компетенции будущего. Чему и как учить?» – СПб.: НИУ ВШЭ, 2017. – 10 с.
2. Лошкарева Е., Лукша П., Ниненко И., Смагин И., Судаков Д. Навыки будущего. Что нужно знать и уметь в новом сложном мире. – М., 2017. – 93 с.
3. Доклад центра стратегических разработок и высшей школы экономики. «Двенадцать решений для нового образования». – М.: ЦСР, 2018. – 106 с.
4. Карпов А.. Современный университет как драйвер экономического роста: модели и миссии // Вопросы экономики. – 2017. – № 3. – С. 58 – 76.
5. Barnett, R. (ed.) The Future University: Ideas and Possibilities. – New York and London: Routledge, 2012. – 233 p.
6. Песков Д. Н. Образование будущего. – АСИ, 2017.
7. Коженков А.О. Виртуальные симуляторы специальной техники в системе высшего образования // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12-2. – С. 278–282.

8. Коннова Т.В., Лазарева Л.А., Беликова О.В., Мунтян И.А. Особенности учебного процесса с использованием симуляторов в СГМУ // Известия СНЦ РАН. – 2014. – Т. 16. – №5(4). – С. 1507–1510.
9. Шевченко Н.Н., Шевченко В.И. Организация интерактивной среды вуза как императив современного профессионального образования // Казанский педагогический журнал. – 2018 – №2 – С. 64 – 69
10. Баяндин Д.В. Электронная информационно-образовательная среда по физике в ПНИПУ: методические рекомендации для преподавателей. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. – 45 с.
11. Ларионова В.А. Создание интерактивной среды обучения на примере симулятора «Управление девелоперским проектом» // XI международная научно-методическая конференция «Новые образовательные технологии в вузе» – УрФУ, 2014. – 7 с.
12. Абдрахманова Г. И. и др. Что такое цифровая экономика? Тренды, компетенции, измерение: докл. к XX Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019.
13. Власов В. А., Вергун А. П., Дорофеева Л. И., Орлов А.А., Мышкин В.Ф. Подготовка специалистов по разделению изотопов в условиях совместной инновационной работы с предприятием // Совершенствование содержания и технологии учебного процесса: сборник трудов научно-методической конференции. – Томск, 2010. – С. 92–93.
14. Власов В. А., Дорофеева Л. И., Вергун А. П. Особенности компетентного подхода при разработке магистерской программы по физике кинетических явлений / // Совершенствование содержания и технологии учебного процесса: сборник трудов научно-методической конференции. – Томск, 2010. – С. 179–181.

**КВАЗИКЛАССИЧЕСКИЕ ТРАЕКТОРНО-КОГЕРЕНТНЫЕ СОСТОЯНИЯ
НЕЛОКАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ГРОССА-ПИТАЕВСКОГО С РАДИАЛЬНОЙ
СИММЕТРИЕЙ**

А.Е. Кулагин, А.Ю. Трифонов, А.В. Шаповалов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: aek8@tpu.ru

**SEMICLASSICAL TRAJECTORY-COHERENT STATES OF THE NONLOCAL
GROSS-PITAESVKII EQUATION WITH RADIAL SYMMETRY**

А.Е. Kulagin, A.Yu. Trifonov, A.V. Shapovalov
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: aek8@tpu.ru

***Annotation.** We construct the trajectory concentrated solutions of the nonlocal Gross-Pitaevskii equation with radial symmetry using the semiclassical formalism. In the polar coordinates, the applied method has some features, which are shown. The semiclassical trajectory-coherent states, concentrated on the ring, are obtained. The countable set of asymptotic solutions (semiclassical trajectory-coherent states) is obtained and its properties are discussed.*

Рассматривается нелокальное уравнение Гросса-Питаевского вида

$$\left\{ -i\hbar\partial_t - \frac{\hbar^2}{2m}\Delta + V(\hat{p}_\varphi, r, t) + \kappa \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} W(r, \rho, t) |\Psi(\rho, \phi, t)|^2 \rho d\rho d\phi \right\} \Psi(r, \varphi, t) \chi(\mp) 0,$$

где $\hat{p}_\varphi = -i\hbar\partial_\varphi$, $\Delta = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2}{\partial\varphi^2}$, κ – параметр нелинейности. Применительно к описанию Бозе-Эйнштейновского конденсата (БЭК) квадрат модуля волновой функции $|\Psi(r, \varphi, t)|^2$ имеет смысл плотности конденсата, оператор $V(\hat{p}_\varphi, r, t)$ описывает потенциальную энергию ловушки, в которой находятся БЭК, в заданной системе координат, а функция $W(r, \rho, t)$ отвечает потенциалу взаимодействия атомов БЭК (см. [1] и ссылки в нем). Из физической интерпретации функции $W(r, \rho, t)$ вытекает условие $W(r, \rho, t) = F(|r - \rho|, \rho, t)$, поэтому в дальнейшем ограничимся только такими функциями.

После отделения циклической переменной φ система Гамильтона-Эренфеста первого порядка, отвечающая классической траектории уравнения (1) принимает вид

$$\dot{R}(t) = \frac{1}{m}P_r(t), \quad \dot{P}_r(t) = -V_r(P_\varphi, R(t), t), \quad P_\varphi = \text{const}.$$

Квазиклассически приближенное с точностью $O(\hbar^{3/2})$ решение уравнения (1) имеет вид $\Psi(r, \varphi, t) = \exp\left[\frac{i}{\hbar}P_\varphi\varphi + \int_0^t \frac{1}{2m}\frac{P_r(\tau)}{R(\tau)}d\tau\right] \cdot \Phi(r, t)$, где $\Phi(r, t)$ принадлежит классу траекторно-сосредоточенных в точке $(p_r, r) = (P_r(t), R(t))$ фазового пространства функций [2] и является решением следующего линейного уравнения

$$\begin{aligned} & \left\{ -i\hbar\partial_t + \frac{1}{2m}\left[P_r^2(t) + 2P_r(t) \cdot \Delta\hat{p}_r + (\Delta\hat{p}_r)^2\right] + \frac{P_\varphi^2}{2m}\left[\frac{1}{R^2(t)} - \frac{2}{R^3(t)} \cdot \Delta r + \frac{6}{R^4(t)} \cdot (\Delta r)^2\right] + \right. \\ & + V(P_\varphi, R(t), t) + V_r(P_\varphi, R(t), t) \cdot \Delta r + \frac{1}{2}V_{rr}(P_\varphi, R(t), t) \cdot (\Delta r)^2 + \\ & \left. + \tilde{\kappa}\left[W(R(t), R(t), t) + \frac{1}{2}W_{\rho\rho}(R(t), R(t), t) \cdot \alpha^{0,2}(t) + \frac{1}{2}W_{rr}(R(t), R(t), t) \cdot (\Delta r)^2\right]\right\} \Phi(r, t, \varsigma) = 0, \end{aligned} \quad (2)$$

$$\Delta r = r - R(t), \quad \Delta\hat{p}_r = -i\hbar\partial_r - P_r(t), \quad \tilde{\kappa} = \kappa \cdot \|\Psi\|^2, \quad \varsigma = \varsigma[\Psi] = \left(\alpha^{0,2}(0)\right).$$

Здесь $\|\Psi\|^2 = \int_0^\infty \int_0^{2\pi} \Psi(r, \varphi, t) r dr d\varphi = \text{const}$, а $\alpha^{0,2}(t)$ – дисперсия величины r , которая в

квазиклассическом приближении определяется решением системы Гамильтона-Эренфеста второго порядка [3].

Уравнение (2) является линейным уравнением Шредингера, квадратичным по импульсу и координате. Его вакуумное состояние может быть найдено в виде

$$\Phi_0(r, t, \varsigma) = \frac{N_0}{\sqrt{\det C(t)}} \exp\left\{\frac{i}{\hbar}\left[S(t, \varsigma) + P_r(t) \cdot \Delta r + \frac{1}{2}Q(t) \cdot (\Delta r)^2\right]\right\}, \quad \text{где } \text{Im}(S(t, \varsigma)) = 0,$$

$\text{Im}(Q(t)) > 0$, а возбужденные состояния определяются формулой

$$\Phi_n(r, t, \varsigma) = N_n \cdot (W(t))^{n/2} \cdot H_n\left(\Delta r \sqrt{\frac{\text{Im}Q}{\hbar}}\right) \cdot \Phi_0(r, t, \varsigma), \quad \text{где } H_n(x) \text{ – полиномы Эрмита, а}$$

$W(t)$ – импульсная часть решения системы в вариациях. Тогда для счетного набора

функций $\Psi_n(r, \varphi, t) = \exp\left[\frac{i}{\hbar} P_\varphi \varphi + \int_0^t \frac{1}{2m} \frac{P_r(\tau)}{R(\tau)} d\tau\right] \cdot \Phi_n(r, t, \varsigma_n)$, где $\varsigma_n = \varsigma[\Psi_n]$,

выполняется соотношение

$$\int_0^\infty \int_0^{2\pi} \Psi_n(r, \varphi, t) \Psi_k(r, \varphi, t) r dr d\varphi = \begin{cases} \|\Psi_n\|^2, & n = k, \\ O(\sqrt{\hbar}), & n \neq k. \end{cases}$$

Функции $\Psi_n(r, \varphi, t)$ называются квазиклассическими траекторно-когерентными состояниями уравнения (1).

Так как n -ый полином Эрмита имеют n нулей, то для n -ого квазиклассического траекторно-когерентного состояния характерно наличие $(n+1)$ колец в $O(\sqrt{\hbar})$ -окрестности окружности $r = R(t)$, на которых функция $|\Psi_n(r, \varphi, t)|^2$ достигает локального максимума. Также в фазе волновых функций $\arg(\Psi_n(r, \varphi, t))$ присутствуют n колец, на которых происходит скачок фазы на π .

Построенный счетный набор асимптотических решений $\Psi_n(r, \varphi, t)$ непрерывно зависит от параметра нелинейности κ . Поэтому при $\kappa=0$ мы получаем набор асимптотических решений линейного уравнения. Однако в рамках рассмотренного формализма нельзя перейти к пределу $\gamma \rightarrow 0$, который соответствует локальному уравнению Гросса-Питаевского.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Томской области в рамках научного проекта № 19-41-700004.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lewin M., Sabin J. The Hartree Equation for Infinitely Many Particles I. Well-Posedness Theory. // Comm. in Mathematical Physics. – 2014. – vol. 334. – no. 1. – Pp. 117–170.
2. Кулагин А.Е., Трифонов А.Ю., Шаповалов А.В. Квазичастицы, описываемые уравнением Гросса-Питаевского в квазиклассическом приближении. // Известия вузов. Физика. – 2015. – Т. 58. – № 5. – С. 20–29.
3. Lisok A.L., Trifonov A.Yu., Shapovalov A.V. The evolution operator of the Hartree-type equation with a quadratic potential. // Journal of Physics A: Mathematical and General. – 2004. – vol. 37. – no. 16. – С. 4535–4556.

**БАРЬЕРЫ ДИФФУЗИИ ВОДОРОДА НА ПОВЕРХНОСТИ (0001)
АЛЬФА-ЦИРКОНИЯ: РАСЧЕТЫ ИЗ ПЕРВЫХ ПРИНЦИПОВ**

Л.А. Святкин, И.П. Чернов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: svyatkin@tpu.ru

**BARRIERS OF HYDROGEN DIFFUSION ON ALPHA-ZIRCONIUM (0001)
SURFACE: A FIRST-PRINCIPLE STUDY**

L.A. Svyatkin, I.P. Chernov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: svyatkin@tpu.ru

***Annotation.** The theoretical study of hydrogen adsorption and diffusion on the Zr surface allows predicting the formation and accumulation of hydrides in zirconium alloys. The results of studying from the first principles the binding energy of the hydrogen atom and the diffusion barrier profiles for the hydrogen atom on the zirconium (0001) surface are presented. It has been found that hydrogen atoms occupy hcp and fcc sites on the zirconium surface. The diffusion barriers for the hydrogen atom on the zirconium (0001) surface are 0,29 – 0,35 eV.*

Сплавы циркония используются в качестве конструкционных материалов оболочек тепловыделяющих элементов водо-водяных ядерных реакторов на тепловых нейтронах и подвергаются в процессе эксплуатации воздействию со стороны водорода, образующегося в системе охлаждения и в активной зоне ядерных реакторов. Растворение и накопление водорода в сплавах циркония приводит к заметному снижению пластических и других эксплуатационных свойств материала в результате водородного охрупчивания [1]. Теоретическое исследование из первых принципов процессов адсорбции и диффузии водорода на поверхности *Zr* позволяет выявить механизмы гидрирования конструкционных материалов и, следовательно, прогнозировать образование и накопление гидридов в сплавах циркония. Целью настоящей работы является изучение из первых принципов особенностей процесса диффузии водорода на поверхности (0001) циркония.

Самосогласование полной энергии кристалла выполнялось в рамках теории функционала электронной плотности методом оптимизированного сохраняющего норму псевдопотенциала Вандербиля [2], реализованным в пакете программ ABINIT [3]. Энергия обрезания при разложении по базису плоских волн составляла 810 эВ. Обменно-корреляционные эффекты рассматривались с использованием обобщенного градиентного приближения в форме Пердю–Бурке–Эрнцерхофа [4]. В работе самосогласование электронной плотности считалось достигнутым, когда сходимость полной энергии кристалла составляла ~ 0,03 мэВ. Поверхность (0001) циркония моделировалась повторением пленок, состоящих из шести атомных слоев, разделенных вакуумной областью толщиной 26 Å, которая проверена на достаточную сходимость. Концентрация водорода на поверхности металла составляла 1 атом Н на 4 атома *Zr*, для этого использовалась суперячейка пленки размером 2×2×3 элементарных ячеек ГПУ *Zr*. Положения атомов *Zr* в верхних трех слоях были отрелаксированы (силы, действующие на атомы *Zr* в этих слоях, составляли менее 3 мэВ/Å). При расчете профилей диффузионных барьеров для атома водорода на поверхности циркония использовался метод упругой ленты.

В работе рассчитаны и проанализированы энергии связи водорода во всех возможных междоузлиях на поверхности (0001) циркония [5]. Установлено, что

энергетически выгодными междоузлиями для атома водорода являются ГПУ и ГЦК пустоты. В связи с этим в работе рассмотрены только диффузионные скачки атома водорода между ГЦК в ГПУ пустотами как напрямую, так и через промежуточное междоузлие (М), находящееся между этими пустотами. Результаты расчета энергии активации диффузионных скачков (высоты диффузионных барьеров) представлены в таблице 1. Из таблицы 1 видно, что энергия активации диффузии водорода на поверхности (0001) циркония варьируется в диапазоне 0,29 – 0,35 эВ. Из анализа результатов следует, что высота диффузионного барьера при переходе атома водорода из ГЦК в ГПУ пустоту ниже на 60 мэВ, чем обратно. Отметим, что, если атомы водорода движутся через промежуточное междоузлие М, то высота диффузионного барьера ниже. Это связано с тем, что при движении атома водорода через междоузлие М находящиеся на поверхности атомы циркония, ближайšie к атому водорода, смещаются сильнее, что, в свою очередь, приводит к незначительному уменьшению высоты диффузионных барьеров.

Таблица 1 – Энергия активации (высота диффузионных барьеров) диффузионных скачков атома водорода на поверхности (0001) циркония

Диффузионный скачок	Энергия активации, эВ
ГПУ→ГЦК	0,354
ГПУ→М→ГЦК	0,332
ГЦК→ГПУ	0,294
ГЦК→М→ГПУ	0,290

В работе из первых принципов рассчитаны энергии связи атома водорода на поверхности (0001) циркония. Установлено, что атомы водорода на поверхности циркония занимают ГПУ и ГЦК пустоты. Изучены профили диффузионных барьеров для атома водорода между ГПУ и ГЦК пустотами. Величина диффузионных барьеров составляет 0,29 – 0,35 эВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zielinski A., Sobieszczyk S. Hydrogen-enhanced degradation and oxide effects in zirconium alloys for nuclear applications // International journal of hydrogen energy. – 2011. – vol. 36. – Pp.8619–8629.
2. Hamann D.R. Optimized norm-conserving Vanderbilt pseudopotentials // Phys. Rev. B – 2013. – vol. 88. – no. 8. – Pp. 085117(1-10).
3. ABINIT – abinit [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.abinit.org> (дата обращения: 25.12.2019)
4. Perdew J.P., Burke K., Ernzerhof M. Generalized Gradient Approximation Made Simple // Phys. Rev. Lett. – 1996. – vol. 77. – no. 18. – Pp. 3865–3868.
5. Zhang P., Wang S., Zhao J., He C., Zhang P. First-principles study of H₂ adsorption and dissociation on Zr(0001) // Journal of Nuclear Materials. – 2011. – vol. 418. – Pp. 159–164.

СЕКЦИЯ 9. СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ

СМАРТ-ОБРАЗОВАНИЕ КАК НОВАЯ ПАРАДИГМА ОБРАЗОВАНИЯ: PRO ET CONTRA

И.Б. Ардашкин, М.В. Нетесова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: Netesova@tpu.ru

Smart education as a new education paradigm: pro et contra

I.B. Ardashkin, M.V. Netesova

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: Netesova@tpu.ru

***Annotation.** The publication deals with the question of the possibility of considering smart education as the new educational paradigm. The authors believe that at the moment this is premature, since the introduction of smart technologies in education does not lead to a change in the latter's goal setting - self-education. But they do not exclude that this can happen if technological changes concern transformations in human nature itself.*

Активное развитие смарт-технологий серьезно влияет на различные стороны жизнедеятельности общества. Одна из приоритетных таких сфер – сфера образования. Не случайно именно в этой сфере смарт-технологии стали наиболее активно внедряться. Эта активность обрела настолько существенное применение, что сегодня исследователи начинают говорить о смарт-образовании как о новой парадигме образования. В данной публикации авторы и хотят задаться вопросом: обладает ли смарт-образование потенциалом парадигмы? Если да, то что эта парадигма меняет в системе образования? Если нет, то чем обусловлены попытки, наделить смарт-образование статусом парадигмы?

Для начала напомним о том, что такое парадигма и для чего ее стали использовать в качестве одного из объяснений процессов развития науки. Данное понятие было введено Т. Куном в работе «Структура научных революций» и означало собой совокупность мировоззренческих установок, определяющих стандарты и нормы научного познания, которые разделяет большинство научного сообщества. Слово «парадигма» происходит от греч. *παράδειγμα* и переводится как «пример, модель, образец» [1]. По Т. Куну, парадигма определяет господствующую картину мира и задает образец организации процедуры научного познания, способов постановки научной проблемы, используемых методов, примеры получаемых научных результатов. Если ученые начинают получать результаты, которые не соответствуют обозначенными парадигмой стандартам, примерам и образцам, то это означает, что парадигма устарела и требуется новая парадигма, которая сможет интегрировать в свою новую картину получаемые результаты. Примерами, смены парадигм в науке являются научные революции XVI–XVII вв. (отказ от картины мира Аристотеля и переход к экспериментальной науке и классической механике, связанной с именами Галилея, Ньютона, Декарта, Бэкона), кон. XIX–XX вв. (переход от классической механики Ньютона к квантовой механике Планка и релятивистским концепциям в науке).

Понятие парадигма вполне применима к сфере образования. В свое время в образовании доминировала парадигма объективизации знания, строящаяся на идее, что

главное в образовании – получение знания. В начале середины XX в. данная парадигма сменилась на субъекто-ориентированную парадигму, где знание утрачивало статуса целевого приоритета, начинало пониматься как средство, а ключевым целеполагающим началом становился учащийся в его неразрывной связи с преподавателем.

В связи с активным внедрением смарт-технологий многие исследователи полагают, что мы переживаем новую революцию в образовании, становление новой парадигмы – переход от традиционного образования к смарт-образованию. В частности, В.П. Тихомиров, Н.В. Днепровская утверждают, что сегодня «происходит смена образовательной парадигмы с традиционной модели обучения к электронному (e-learning) и далее к смарт-образованию. Соответственно, меняется роль университетов – от поставщика знаний к созданию студентам условий для приобретения новых знаний самостоятельно. Обеспечить смарт-образование способен университет, в котором совокупность использования подготовленными людьми технологических инноваций и Интернет приводит к принципиально новому, соответствующему информационному обществу, качеству» [2].

Авторы публикации придерживаются более осторожной позиции и полагают, что, как минимум, говорить об этом рано, а в перспективе смена образовательных средств от традиционных к смарт-технологиям вряд ли изменит сущность образовательного процесса в таком же плане, как это произошло ранее при переходе к субъекто-ориентированной парадигме.

И вот почему авторы так полагают. Обратимся к цели образовательного процесса. Как это не парадоксально, но образовательный процесс с телеологической позиции носит самореферентный характер: цель образования – это постоянное образование, его совершенствование, применительно к субъекту – самообразование. Понятно, что человек не может самообразовываться с рождения и малых лет. Для этого ему необходима основа в виде знаний и способов работы с ними. Поэтому в качестве первоначального этапа образования, своеобразной первоначальной задачи для достижения главной цели будет являться определенный объем знания, его получение, которое позволит последнему на что-то в обучении опереться, и навыки работы с этими знаниями, чтобы было от чего оттолкнуться. Но все это ради главной цели – самообразование.

Меняет ли в этой структуре что-то смарт-образование? Авторам представляется, что нет. Наоборот, очень хорошо сочетается, поскольку при развитии смарт-технологий и их активном внедрении в сферы жизнедеятельности общества появляется концепция образования на протяжении всей жизни (Life long learning). Данная концепция подчеркивает, что столь быстрые технологические трансформации, которые происходят сегодня, заставляют человека постоянно следить за ними и меняться самому (своим личным и профессиональным компетенциям). Таким образом, смарт-образование не отменяет необходимости самообразования, как ключевой цели образования, а демонстрирует только применение новых инструментов и способов обучения. Поэтому, по крайней мере, сегодня говорить о смарт-образовании как о новой парадигме образования преждевременно. Но возможно, что если эти технологические трансформации коснутся природы человека, то тогда речь пойдет об ее смене.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кун Т. Структура научных революций. – М.: АСТ, 2009. – 310 с.
2. Тихомиров В.П., Днепровская Н.В. Смарт-образование как основная парадигма развития информационного общества // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2015. – Т.1. – № 11. – С. 9 – 13.

**ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ
МАГИСТРАНТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ТЕПЛОТЕХНИКА
И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА**

Н.В. Барановский

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: firedanger@yandex.ru

**PROFESSIONAL TRAINING IN ENGLISH WITHIN MASTER DEGREE COURSE
FOR THERMAL AND POWER ENGINEERING DIRECTION**

N.V. Baranovskiy

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: firedanger@yandex.ru

***Annotation.** Nowadays engineering activity is characterized by wide international collaboration in the different fields of science, technology and industry. It can be noted that there are many international interdisciplinary projects in the world that united scientists and engineers from the different countries within one team. As a rule, English is a work language of such teams. It is necessary to teach students how to work with international partners within such teams. The purpose of this study is to develop syllabus and assessment materials to update professional training in English program for thermal and power engineering direction according to the up-to-date calls of community. This program will be based on the real materials provided by the international professional associations, societies and companies. This program includes measures to improve writing, reading, listening and speaking skills of students. This program takes into account direct interaction of students with real professional organizations and conference committees. Educational materials can be used by students after graduation of the University as a professional background within further professional activity.*

Современная профессиональная деятельность инженера характеризуется зачастую широкой международной кооперацией в различных областях науки, техники и промышленности. Следует отметить, что многие проекты объединяют участников из разных стран в рамках одного коллектива. Участникам таких коллективов необходимо выстраивать взаимодействие между собой. Как правило, для этого используется английский язык, который стал в настоящее время международным научно-техническим языком. Поэтому необходима соответствующая подготовка студентов для того, чтобы они могли работать в международных коллективах. Следует отметить, что речь идет о студентах, которые обучаются по направлению «Теплотехника и теплоэнергетика». Теплофизические процессы происходят во всех сферах нашей повседневной жизни, протекают в технологическом оборудовании и промышленных объектах, природных и климатических системах. В какой-то мере это направление подготовки является базовым, необходимым коллективам, задействованным в решение совершенно разных научно-технических задач. Примерами крупных промышленных проектов могут служить газопроводы «Северный поток-2», «Турецкий поток», «Сила Сибири», строительство атомной электрической станции в Турции. Существует ряд научных проектов, которые включают теплофизические исследования. Поэтому разработка курса «Профессиональная подготовка на английском языке», ориентированного на реальные задачи инженерного сообщества, является актуальной задачей. Цель настоящего исследования – разработка рабочей программы и оценивающих материалов для дисциплины «Профессиональная подготовка на

английском языке» по направлению «Теплотехника и теплоэнергетика» с учетом опыта профессиональных международных организаций и университетов.

Рабочая программа курса «Профессиональная подготовка на английском языке» включает 4 независимых модуля на период осеннего семестра, а именно:

Модуль 1. Информационная поддержка научных и инженерных разработок (в рамках этого модуля студенты в процессе практических и семинарских занятий работают с реальными материалами профессиональных ассоциаций, научно-технических журналов и конференций с целью повысить навыки в области чтения, письма, использования языка, аудирования и разговорной речи с использованием специфического словарного запаса и профессиональной терминологии).

Модуль 2. Резюме, заявки на гранты и навыки самопрезентации (в рамках этого модуля студенты в процессе практических и семинарских занятий работают с реальными материалами зарубежных ученых и профессионалов (обезличенные резюме), конкурсной документацией реально существующих фондов и программ поддержки научно-технических разработок, осваивают навыки самопрезентации).

Модуль 3. Программное обеспечение для научных и инженерных исследований (в рамках этого модуля студенты в процессе практических и семинарских занятий изучают реальные среды быстрой разработки приложений, вычислительные программы, программы визуализации и анализа данных (нерусифицированное программное обеспечение с графическим интерфейсом пользователя, реализованным на английском языке), которые необходимы им для решения вычислительных задач теплотехники и теплоэнергетики и обработки экспериментальных данных).

Модуль 4. Написание и перевод научно-технических текстов с использованием специализированного программного обеспечения (в рамках этого модуля студенты изучают возможности различного программного обеспечения и веб-ресурсов, которые могут быть использованы при переводе и подготовке аннотаций, тезисов, научных статей и докладов на конференции по теме выполняемой научно-исследовательской работы и в рамках последующей подготовки магистерской диссертации).

Автор выражает благодарность сотрудникам УНЦ «ОТВПО» ТПУ Французской Евгении Олеговне и Слесаренко Инге Валерьевне за обсуждение результатов настоящей работы в рамках курсов повышения квалификации «Педагогическое проектирование и преподавание на английском языке в условиях интернационализации образования». Автор также выражает благодарность Международной ассоциации инженеров (International Association of Engineers [1]), членом которой он является, за предоставленный материал на английском языке, который послужил основой для разработки материалов для практических и семинарских занятий в рамках разрабатываемого курса «Профессиональная подготовка на английском языке».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. International Association of Engineers – IAENG [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iaeng.org> (дата обращения 24.12.2019).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОССИЙСКОЙ И ЗАРУБЕЖНЫХ СИСТЕМ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

В.В. Верхотурова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 2, 634050
E-mail: verhoturova@tpu.ru

COMPARATIVE ANALYSIS OF RUSSIAN AND FOREIGN SYSTEMS FOR TRAINING SPECIALISTS FOR THE NUCLEAR INDUSTRY

V. V. Verhoturova

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: verhoturova@tpu.ru

***Annotation.** The article is considering the degree and certificate training programs in nuclear industries. The analysis is done to compare different systems of the personnel training in different countries. The most distinctive features of the national training systems are described.*

Сегодня энергия, получаемая в результате деления тяжелых ядер, занимает значительную долю всей энергии, производимой на электростанциях в России и мире. Три наиболее важных качества ядерной энергетики: огромный энергетический ресурс, энергоэффективность и экологичность.

Помимо многих преимуществ, связанных с развитием ядерной энергетики, существует ряд недостатков, к которым следует относиться серьезно. Одним из них является высокий уровень ответственности за оборудование, расчет, строительство и эксплуатацию. При нормальном использовании ядерного реактора он безопасен для людей и окружающей среды, но существует риск непредвиденных ситуаций, которые могут привести к серьезным последствиям. Поэтому, основной задачей, которая ставится перед персоналом АЭС, является способность избегать ошибок и учитывать всевозможные штатные и нештатные ситуации, возникающие при эксплуатации АЭС. Таким образом, исследование методологии подготовки кадров для современной российской атомной отрасли приобретает значительную актуальность. Гарантии высокого качества подготовки будущего персонала АЭС крайне важны, с учетом того факта, что полноценного рынка труда в атомной отрасли как такового нет, компании сами готовят специалистов, обеспечивая дальнейший профессиональный рост своего персонала получившего профильное высшее образование, посредством корпоративного обучения.

Анализ мирового опыта показал, что в качестве обслуживающего персонала на АЭС работают сотрудники с высшим образованием – бакалавры (Б) и магистры (М), специалисты со средним (С) и средне-специальным (СС) образованием.

При изучении данных, стоит отметить, что требования к опыту работы на атомной электростанции для начальников смены являются наиболее строгими в Японии (до 20 лет), в то время как определенный уровень образования не требуется в этой стране. Также, если кандидат получает высшее образование (во многих странах не ниже уровня магистра), значительный опыт работы требуется для начальников смен в Южной Корее (10 лет) и Украине (8 лет). Если специалист претендует на должность оператора на станции, к нему будут предъявляться наиболее жесткие требования к образованию в Чешской Республике (магистр-бакалавр). Существуют также значительные требования к этому показателю в Южной Корее, Литве, Словакии, Украине. Наибольший опыт требуется операторам в Канаде (3–8 лет), Франции (4–7

лет) и Японии (6–8 лет). Когда речь идет о специалистах по управлению механическими, электронными и управляющими системами, самые высокие требования предъявляются в Китае, Франции, Литве и Словакии. При этом особое внимание уделяется опыту работы во Франции (6–10 лет). Среди специалистов по химической и радиационной защите наиболее приветствуются кандидаты с высшим образованием (магистр) в Китае, Литве и Словакии. В этом случае опыт работы практически во всех странах требует минимума (от шести месяцев - в Венгрии до 4–6 лет – в США и Канаде).

Характерно, что требования к подготовке специалистов на станции (инструкторов) подразумевают, что кандидат имеет высшее образование на уровне магистра (кроме США, Швеции и Швейцарии) и опыт работы около 6 лет (от 1–2 лет в Китае и Южной Корее до 6–8 лет в Канаде и Швеции).

Как показывает международный опыт, двух-уровневая система высшего образования, несмотря на возникающие в нашей стране дебаты о целесообразности такого подхода, востребована во многих странах мира. Опыт западных стран показывает, что бакалавры вместе с другими специалистами могут выполнять работы на АЭС, однако для получения квалификации необходима явная дополнительная подготовка в учебных центрах (УТЦ).

В большинстве стран на атомных электростанциях имеется собственный Учебно-тренировочный центр (УТЦ), где обучаются как работники завода, так и специалисты других промышленных предприятий. Интенсивное и сложное производство требует глубоких технических знаний, высокой ответственности, дисциплины и самодисциплины от инженеров-ядерщиков. Поэтому особое внимание уделяется вопросам, связанным с подготовкой и переподготовкой кадров на атомных станциях. Создание УТЦ позволяет организовать обучение и поддержание квалификации персонала на самом высоком уровне.

Тенденции в области ядерного образования и подготовки кадров различны в разных странах и напрямую зависят от общей ситуации в системе научно-технического образования страны. Внедрение системного подхода в учебно-тренировочных центрах с использованием компьютерных систем для моделирования процессов способствует развитию таких аспектов эффективной культуры безопасности на индивидуальном уровне, как:

- снижение количества сбоев и ошибок за счет улучшения навыков и умений при выполнении критических технологических операций;
- повышение компетентности и самоконтроля персонала в стрессовых ситуациях;
- совершенствование навыков и приемов командного взаимодействия;
- безусловное соблюдение требований процедур, инструкций, правил и норм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. IAEA / World survey on nuclear power plant personnel training [Electronic resource]. – Available at: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te_1063_prn.pdf (Access 29.11.2019).
2. Economic Performance Indicators for NPP [Electronic resource]. – Available at: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TRS437_web.pdf (Access 29.11.2019).
3. Commissioning of nuclear power plants: training and human resource considerations [Electronic resource]. – Available at: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P_1334_web.pdf (Access 30.11.2019).
4. World nuclear industry handbook [Electronic resource]. – Available at: https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:24048232 (Access 30.11.2019).

5. IAEA: IAEA PRIS database [Electronic resource]. – Available at: www.iaea.org/programmes/a2 (Access 06.12.2019).

**ОПЫТ ВЫПОЛНЕНИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ПРОЕКТОВ
ПРИ ПОДГОТОВКЕ МАГИСТРАНТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ «ПРИРОДО-
ОБУСТРОЙСТВО И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ» И «ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО
И КАДАСТРЫ»**

Н.В. Гусева, Е.Ю. Пасечник, М.В. Козина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: paseyu@yandex.ru

**EXPERIENCE IN PERFORMING INTERDISCIPLINARY PROJECTS
IN THE PREPARATION OF UNDERGRADUATES IN THE DIRECTIONS
OF «ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND WATER MANAGEMENT»
AND «LAND MANAGEMENT AND CADASTRES»**

N.V. Guseva, E.Yu. Pasechnik, M.V. Kozina

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: paseyu@yandex.ru

***Annotation.** The main task of higher education institutions is to train highly qualified specialists who are able to carry out large-scale interdisciplinary projects. They are well versed not only in their specialty, but also in related fields of knowledge. In a rapidly changing world, modern specialists must perform the work that they were taught at the university, develop themselves, constantly improve their professional knowledge, be interested in various aspects of project work.*

В современном быстроменяющемся мире перед высшими учебными заведениями стоит задача по подготовке не просто высокопрофессионального выпускника, хорошо разбирающегося в своей будущей профессии, а специалиста, обладающего комплексными междисциплинарными знаниями. Это особенно актуально для вузов занимающихся подготовкой специалистов по основным образовательным программам в области Наук о Земле.

В Национальном исследовательском Томском политехническом университете всегда к решению научных и практических задач подходили с применением междисциплинарного подхода: масштабные работы выполнялись ведущими учеными с разных кафедр. При создании на базе Томских вузов «Большого университета» такой подход будет всячески поддерживаться.

На базе отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов ТПУ междисциплинарный подход при подготовке специалистов реализуется по двум направлениям «Природообустройство и водопользование» и «Землеустройство и кадастры».

Масштабы, сложность и многообразные аспекты управленческой деятельности в сфере земельно-имущественных отношений формируют особые требования к подготовке квалифицированных специалистов направления «Землеустройство и кадастры» в сфере управления. В связи с чем учебный план данного направления включает в себя блоки дисциплин формирующие профессиональные компетенции в области сбора, обработки, мониторинга, планирования, прогнозирования и использования информации об объектах земельно-имущественного комплекса для выполнения кадастровых, оценочных и других работ, в результате которых

обеспечивается подготовка документов, содержащих необходимые проектные решения для эффективного управления земельно-имущественного комплекса.

Однако профессиональные компетенции в области оценки территорий, подверженных риску возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера для принятия грамотных управленческих решений в отношении земельно-имущественных и природно-территориальных комплексов, которыми также должен обладать высокопрофессиональный выпускник рассматриваемого направления в процессе аудиторных занятий формируются в крайне малой степени [1].

При подготовке студентов по направлению «Природообустройство и водопользование» им читают основы природообустройства, ландшафты и природно-территориальные комплексы, комплексное использование охраны водных ресурсов. Достаточно в малом объеме им преподаются дисциплины, связанные с аспектами правового регулирования получения разрешительной документации для использования земельных участков и размещения на них гидротехнических сооружений, порядка установления зон с особыми условиями использования территории и их учета в едином государственном реестре недвижимости [2, 3].

Таким образом, попав на работу в различные ведомства и департаменты, специалисты данных направлений имеют весьма различные точки зрения по одним и тем же вопросам. Это может повлечь за собой негативные последствия, особенно при проведении работ в сложных природных и техногенных условиях, когда полезно общее понимание проблем функционирования природно-территориальных комплексов, их изучения и прогнозирования изменений состояния [4].

В этой связи, принимая во внимание многолетний опыт при подготовке специалистов по данным направлениям, в ТПУ в рамках учебно-исследовательской и научно-исследовательской работ студенты выполняют междисциплинарные проекты.

Примером такого междисциплинарного взаимодействия является проект «Мониторинг хозяйственного освоения территории в пределах зон санитарной охраны подземных водозаборов (на примере первой линии Томского подземного водозабора)». В работе проведен анализ изменения и увеличения техногенной нагрузки, произошедшее после расчёта границ ЗСО, которые были внесены в единый государственный реестр недвижимости для установления ограничений правового режима использования земельных участков на данной территории, получена достоверная информация о состоянии земель. Предложены способы обеспечения рационального природопользования.

Подготовка высокопрофессионального специалиста широкого профиля – сложный процесс, который может быть достигнут, прежде всего, при выполнении совместных крупных работ студентами разных направлений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации. 24.12.2004. С изменениями на 29.07.2017 г.
2. Голованов А.И., Зимин Ф.М., Козлов Д.В. и др. Природообустройство: учебник. – М.: Колосс, 2008. – 552 с.
3. ГОСТ 17.1.1.01-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения. Nature protection. Hydrosphere. Utilization of water and water protection. Basic terms and definitions. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 15 с.
4. Федеральный закон № 384-ФЗ. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. 30.12.2009 г. С изменениями на 02.07.2013 г.

ИГРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ГУМАНИТАРИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

И.С. Астафьева

Новокузнецкий институт (филиал) Кемеровского государственного университета,
факультет филологии

Россия, г. Новокузнецк, ул. Кутузова, 12, 654000

E-mail: ricoakai@gmail.com

GAMING TECHNOLOGIES AS AN INSTRUMENT OF HUMANITARIZATION OF ENGINEERING EDUCATION

I.S. Astafeva

Novokuznetsk Branch Kemerovo State University, Faculty of Philology

Russia, Novokuznetsk, Kutuzov str., 12, 654000

E-mail: ricoakai@gmail.com

***Annotation.** The aim of the article is studying such modern tendency in engineering education as humanitarization. The researcher describes specific characteristics of gaming technologies for realizing this tendency in engineering education.*

Одной из тенденций высшего образования, в том числе инженерного образования, является его гуманитаризация, под которой понимается система организационно-методических и психолого-педагогических мер, направленная на внедрение «гуманистических идей и гуманитарных знаний в естественнонаучное и техническое знание». Н.С. Бирюкова и Н.Ю. Саламова отмечают, что процесс гуманитаризации направлен на развитие общей культуры студентов, обеспечение их гуманитарной грамотности и нравственного совершенствования, формирование ценностных ориентаций молодежи и, как следствие, формирование у обучающихся потребности в непрерывном образовании на протяжении всей жизни [1, 2]. В этой связи задачей технического вуза является обеспечение гуманитаризации инженерного образования, что становится возможным благодаря использованию игровых образовательных технологий в учебном процессе и внеучебной деятельности.

Игровые образовательные технологии представляют собой учебную модель межличностного общения, основанную на коммуникативном принципе обучения. Реализация данных технологий в инженерном образовании предполагает воздействие на эмоциональную сферу студентов, в результате чего происходит активизация их самостоятельной познавательной деятельности и более длительная вовлеченность в учебный процесс. При этом игровые технологии дают возможность преподавателю воссоздать на занятиях условия будущей профессиональной деятельности студентов с опорой на содержание обучения, которое таким образом приобретает контекстный характер [3, 4].

Реализация игровых технологий в инженерном образовании придает учебному процессу интерактивный характер, т.к. данные технологии предполагают постоянное взаимодействие студентов и преподавателя и свободный обмен мнениями в ходе творческой выработки решений игровой задачи обучающимися. При этом студенты имеют возможность проявить такие качества, как самостоятельность, инициативность и индивидуальная/коллективная ответственность за результаты своей деятельности, а преподаватель – оценить способность студентов сотрудничать с одноклассниками, уважать мнение окружающих, осуществлять анализ и самоанализ деятельности. Проблемный характер игровой ситуации способствует формированию у обучающихся

опыта решения профессиональных задач, особенно если игра неподготовленная и требует моментального принятия решений [3, 4].

Подводя итог вышеизложенному, можно сделать вывод о том, что использование игровых технологий для гуманитаризации инженерного образования целесообразно в связи с тем, что реализация данной группы технологий, с одной стороны, предполагает имитацию профессиональной деятельности студентов, самостоятельное решение проблемных ситуаций, а с другой стороны, способствует формированию и совершенствованию у обучающихся определенных личностных и профессиональных качеств и мотивации к осуществлению будущей профессиональной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бирюкова Н.С. Современный университет: гуманизация и гуманитаризация – необходимое условие обновление содержания образования// Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. – 2013. – № 159. – С. 48–55.
2. Саламова Н.Ю. Гуманизация и гуманитаризация – необходимые условия модернизации образования // Проблемы и перспективы развития образования в России – 2011. – № 12. – С. 14–19.
3. Григорьев О.В. и др. Современные технологии обучения. // Инновации в образовании. – 2011. – № 7. – С. 17–24.
4. Зарукина Е.В. и др. Активные методы обучения: рекомендации по разработке и применению: учебно-методическое пособие. – Санкт-Петербург: СПбГИЭУ, 2010. – 59 с.

SPECIFICS OF CHEMICAL TECHNOLOGY OF FUELS AND HIGH-ENERGY SUBSTANCES SCIENCE-BASED COURSE DELIVERED IN ENGLISH

E.D. Ivanchina, I.V. Slesarenko, V.A. Chuzlov

National Research Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin Ave., 30, 634050

E-mail: ied@tpu.ru

***Annotation.** Teaching science-based courses in English is relevant for modern universities involved in the internationalization processes globally. Teaching aids development becomes very actual as academic culture and methods of teaching of the target audience – international students can be different. Thus curriculum design and teaching aids development for the science-based course Chemical Technology of Fuels and High-energy Substances delivered at TPU becomes an important issue. The level of training is PhD studies within specialty 05.17.07 Chemical Technology of Fuels and High Energy Substances. The course is intended for the subsequent sessions within the academic discipline of the professional training in English. The course embraces face-to-face sessions, independent studies, tasks and tools for formative and summative assessment of graduate students' progress.*

Currently, our university is faced with the task of provision high quality training for undergraduate and graduate students to enable competitiveness of scientific and educational activities in all scientific and technical fields on international scale. As a result, teaching aids and pedagogical competences development in the field teaching of disciplines of the professional training, in the conditions of internationalization of educational activities of the University is quite actual. When developing teaching aids for a science-based course it is necessary to get acquainted with international examples of the curriculum design, assessment measures and assignments database, and analyze the specifics of the educational process of teaching when delivered through the medium of English.

The specifics of a science-based course delivered through English are the goals of professional competences and language skills development. The content of the science-based course Chemical Technology of Fuel and High-Energy Substances represents fundamental scientific and applied research in the field of chemistry and technology of processing of liquid, gaseous and solid fuels, including oil and petroleum products [1].

The science-based course discussed in this paper embraces actual topics. Increasing the efficiency of motor fuel production is possible by solving the following problems: increasing the octane number of gasoline, chemical and thermal stability of jet fuels, increasing fuel consumption and improving the low-temperature properties of diesel fuels, reducing the specific consumption of rocket fuel. Therefore, the creation of new fuel compositions with higher energy intensity compared to existing ones and at the same time meeting all other requirements of environmental aspects of fuel processing, in many leading countries belongs to the priority areas of scientific research. In this regard, Russia and other countries actively search for the technologies for energy-intensive fuel compositions. Development of liquid hydrocarbon fuels conditions the increase of the range of cruise missiles by 20% compared to the range of other fuels. Currently, there is the need to develop optimal fuel compositions based on liquid hydrocarbons.

Thus the course is aimed at training highly qualified specialists in the field of chemical technology, primary and deep processing of oil, gas and gas condensate. The curriculum enables participation in university research activities. The course is industry needs related. Sufficient research experience of the course teaching staff of the program and the real production infrastructure enable graduate students to obtain excellent knowledge and skills.

Among generic skills developed within the course are research organization skills, information search, team work and independent studies. The course specifics are development of the skills in English which also requires certain strategies for learning.

Subject specific skills include knowledge and skills of implementation of the technology of industrial processing of oil and gas into motor fuels and macrokinetics of chemical processes and reactor design. The important feature of the curriculum is its interdisciplinary nature involving the study of modeling and cybernetics methods of chemical and technological processes, macrokinetics of chemical processes and reactor design. The acquired expertise allows students to participate in research and production activities.

To sum up, the science-based course delivered in English has its specific features mentioned in this paper. Thus the course teaching staff is to enable English skills, have sufficient professional background to deliver such course.

The discussed research has been performed within TPU in-house professional training course in Pedagogical Design of Science-Based Courses in English.

REFERENCES

1. Frantczuskaia E. , Kukurina O. , Slesarenko I. , Rymanova I. Science-based course delivery in english for chemical technology majors // INTED2019 Proceedings. 13th International Technology, Education and Development Conference. – Valencia, 2019. – Pp. 6057–6066.

ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ КОНСТРУКТОРОВ ДЛЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

П.Я. Крауиньш, В.Н. Дерюшева, Е.О. Французская
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: peterkrau@tpu.ru

PROBLEMS OF TRAINING DESIGNERS FOR INNOVATIVE INDUSTRIES

P.Y. Krauinsh, V.N. Deryusheva, E.O. Francuzskaia
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: peterkrau@tpu.ru

***Annotation.** The paper analyzes some current challenges in training master students majoring in “Design and technological support of engineering industries” in Tomsk Polytechnic University. The authors offer their view point on the possible solution to the initial training of master students, the challenges of enrolment in master studies and student support within their study period.*

Подготовка специалистов в рамках направления «Конструкторско-техническое обеспечение машиностроительных производств» является одним из актуальных направлений работы магистратуры Томского политехнического университета (ТПУ) на протяжении нескольких лет. Анализ эффективности реализации образовательной программы по данному направлению позволил выделить несколько аспектов, требующих дополнительной проработки со стороны организаторов учебного процесса.

Выявленные проблемы можно условно разделить на три группы: недостатки общей подготовки обучающихся бакалавриата ТПУ, которые в дальнейшей поступают на магистерские программы, вопросы обеспечения конкурса и особенности работы с магистрантами во время обучения. Рассмотрим возможные пути решения представленных проблем.

Подготовка обучающихся на программах бакалавриата, предшествующих магистратуре по направлению «Конструкторско-техническое обеспечение машиностроительных производств», может быть значительно улучшена при реорганизации учебных планов и отведении большего количества часов на дисциплины профессионального цикла, такие как «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Детали машин» и др. Данные дисциплины в настоящее время изучаются в ограниченном, усеченном объеме, в связи с модульным принципом обучения в бакалавриате [1]. Интегрированность указанных дисциплин в учебном плане не позволяет создать качественную базовую подготовку для обеспечения требований магистратуры.

Вопросы набора в магистратуру затрагивают также проблемы численности студентов бакалавриата, способных продолжать обучение в магистратуре. В настоящее время ТПУ обеспечивает только половину мест на магистерской программе «Конструкторско-техническое обеспечение машиностроительных производств» за счет собственных выпускников-бакалавров. Оставшиеся места распределяются среди выпускников других ВУЗов, чаще из близлежащих регионов. В данном случае проблема базовой подготовки снова выходит на первый план, поскольку Правила приема в магистратуру не ставят существенных ограничений по направлению подготовки выпускника-бакалавриата [2]. Разница в учебных планах приводит к ряду сложностей на первом году обучения, поскольку требуются дополнительные усилия и временные затраты со стороны преподавателей и самих обучающихся по обеспечению

базы по профильным дисциплинам, изучающих вопросы механики, гидравлики, технологии машиностроения и т.д. С другой стороны, бакалавры-выпускники ВУЗов дальнего зарубежья (Китай, Сирия, Бразилия и т.д.) демонстрируют качественную базовую подготовку по профильным дисциплинам и возможно решение проблемы набора за счет иностранных студентов.

Особенности работы с магистрантами на первом году обучения по указанной программе затрагивают, в первую очередь, решение проблем восполнения базовых знаний. В частности, качественные электронные курсы, разработанные преподавателями ТПУ, позволяют обеспечить самостоятельную работу обучающихся и привить навыки автономного обучения и ответственности за свою учебную деятельность [3]. Работа в массовых открытых онлайн курсах, созданных не только сотрудниками ТПУ, но и другими ВУЗами Российской Федерации и зарубежных стран, помогает понять современное состояние науки и развитие технологий по направлению «Конструкторско-техническое обеспечение машиностроительных производств».

Организация аудиторной работы в магистратуре предполагает использование проблемно-ориентированного обучения как одного из наиболее эффективных методов, обеспечивающего, в том числе, тесное сотрудничество с предприятиями. Проектно-конструкторские задачи из реального сектора экономики позволяют находить решения актуальным производственным проблемам, углубляться в тему исследования, самостоятельно восполнять имеющиеся пробелы в знаниях, развивать, требуемые навыки, получать опыт практической деятельности.

Сопровождение учебной деятельности магистранта, решение задач построения его личной траектории обучения и развитие навыков самоменеджмента в настоящее время вменяется руководителю научно-исследовательской работы и руководителю образовательной программы. Для качественной организации сопровождения, помощи в решении текущих проблем магистранта, повышения его мотивации необходимо введение должности куратора группы магистрантов, как продолжение традиции кураторства в бакалавриате. Куратор способен отслеживать возникающие академические и, возможно, личные проблемы обучающегося, привлекать ресурсы и возможности ТПУ и предприятий для их решения.

Таким образом, качественная подготовка кадров по направлению «Конструкторско-техническое обеспечение машиностроительных производств» предполагает решение существующих в настоящее время проблем, требующих слаженного сотрудничества всех субъектов научного и учебного процесса, пересмотра учебных планов, организации набора в магистратуру, развитие автономности обучающихся через использование электронной среды обучения и проблемно-ориентированных методов, введение должности куратора магистерских групп.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Учебный план 5.03.01 Машиностроение, (Бакалавр, 2016) [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://up.tpu.ru/view/all.html?id=20391> (Дата обращения 23.12.2019).
2. Условия и порядок приема абитуриентов, поступающих для обучения по программам магистратуры [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://masters.tpu.ru/priemnaya-kampaniya/pravila-priema-i-dokumentyi.html> (Дата обращения 23.12.2019).
3. Дерюшева В. Н., Французская Е. О. Реализация дисциплины «Математическое моделирование» для иностранных студентов по направлению «Машиностроение» в электронной среде // Проф. подготовка студентов технического вуза на иностранном языке: методическая готовность преподавателей: сборник материалов II Всероссийского научно-методологического семинара. – Томск, 2016. – С. 15–18.

**ПОДГОТОВКА КАДРОВ И ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ СОТРУДНИКОВ
В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННОЙ, КАБЕЛЬНОЙ
И ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ТЕХНИКИ**

А.П. Леонов, Е.В. Старцева, Т.В. Усачева, А.Ю. Юшков
Национальный Томский политехнический университет,
Россия, Томск, пр. Ленина 30, 634050
E-mail: leonov_ap@tpu.ru

**EDUCATION AND STAFF TRAINING IN THE ELECTRIC INSULATION, CABLE
AND HIGH VOLTAGE ENGINEERING**

A.P. Leonov, E.V. Startseva, T.V. Usacheva, A.Y. Yushkov
National Research Tomsk Polytechnic University,
Russia, Tomsk, 30 Lenin Ave, 634050
E-mail: leonov_ap@tpu.ru

***Annotation.** The paper diving some information about training programs in “Electric insulation, high-voltage and cable engineering” in Tomsk Polytechnic University. The authors offer their view point on the possible direction to the training of master students with practice training programs for special staff.*

Электроэнергетическая отрасль определяет функционирование других отраслей промышленности, бытовой и социальной сферы современного общества. Несомненным приоритетом в обеспечении надежного функционирования энергосистем является высокая квалификация персонала [1]. На сегодняшний день особенно актуально стоит проблема реформы высшего образования, разработки новых и модернизации существующих образовательных программ, отвечающих современным потребностям.

Традиционно подготовка специалистов на кафедрах «Электроизоляционная и кабельная техника» и «Техника и электрофизика высоких напряжений» Томского политехнического университета осуществлялась для предприятий электротехнической, кабельной и энергетической отраслей. Выпускники кафедры с успехом реализуют полученные во время обучения знания на производстве [2]. В настоящее время объединяющим звеном этих направлений является программа магистерской подготовки «Электроизоляционная, высоковольтная и кабельная техника», реализуемая в ТПУ с осени 2019 года.

Анализируя программы подготовки специалистов-энергетиков, сложившуюся ситуацию с практическим использованием продукции кабельной промышленности проведена переработка существующих и разработка новых рабочих программ ряда дисциплин («Силовые кабели и кабельные линии», «Специальные кабельные изделия», «Методы испытаний электроизоляционных материалов и изделий», «Электромагнитная совместимость» и др.) с учетом кадровой востребованности в энергетике специалистов электроматериаловедческого профиля. Знание номенклатуры, назначения и свойств кабельной продукции, методов испытаний, технических условий прокладки и эксплуатации кабельных линий позволяет нашим выпускникам трудоустроиваться и работать в ряде организаций энергетической отрасли Томска и Сибирского региона: ОАО «ТНХК», «Сибирский химический комбинат», ОАО «Северная группа», ОАО «Горсети», г. Томск, ОАО «Сургутнефтегаз», «Сургутнефтегаз» г. Сургут, ОА «Особое конструкторское бюро кабельной промышленности» г. Мытищи; АО «Информационные спутниковые системы» г. Железногорск и др.

Следуя требованиям времени содержание программы обеспечивает высокий уровень подготовки выпускников. Это подтверждается востребованностью наших специалистов

на предприятиях отрасли. В то же время мы стремимся учитывать потребности студентов в повышении мобильности.

Работа в рамках реализации национального проекта «Образование» (инновационная образовательная программа ТПУ), сотрудничество с ведущими российскими и зарубежными производителями кабельных изделий и арматуры (ОАО «Севкабель-Холдинг», ОАО «Росскат», ЗАО «Сибкабель», ЗАО «Томсккабель», LAPPKABEL, г. Штутгарт, Германия, ЗАО «Казэнергокабель», г. Павлодар, Казахстан) позволило подготовить достаточно большой и актуальный с практической для энергетиков точки зрения материал по перспективным материалам и технологиям кабельной техники:

- кабельные изделия с изоляцией из сшитого полиэтилена, СИП и арматура;
- монтаж кабельных линий, нормативно-техническая документация, кабельный инструмент;
- безгалогенные, негорючие кабели стандартов HF, FR, LS;
- соответствие стандартов РФ и стран ЕС;
- современные кабельные системы управления производством на базе Industrial Ethernet.

Практическая сторона сотрудничества с организациями энергетического профиля также осуществляется в проведении курсов повышения квалификации и переподготовки специалистов. На сегодняшний день, в рамках дополнительных образовательных услуг проводится обучение по следующим программам:

- «Кабельная техника».
- «Монтаж и эксплуатация силовых кабелей с изоляцией на основе сшитого полиэтилена».
- «Диагностика и испытания высоковольтного электрооборудования».

Работа проводится на базе открытого в ТПУ году международного учебно-научного центра компании Lappkabel (Германия), а также единственного в университетах Азиатской части РФ высоковольтного зала. Подобного комплекса оборудования нет ни в одном ВУЗе мира.

На сегодняшний день техническое и методическое обеспечение образовательного процесса позволяет удовлетворить запросы предприятий самого высокого уровня. Мы готовы к широкому сотрудничеству с любыми предприятиями, использующими в своей деятельности электроизоляционную и кабельную продукцию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косарева Е.А. Формирование системы развития инженерных кадров организаций электроэнергетики // Вестник РЭУ им. Г.А. Плеханова. – 2016. – №3 (87). – С. 98–105.
2. Анненков Ю.М., Леонов А.П., Петров А.В. Кафедра «Электроизоляционная и кабельная техника» Томского политехнического университета // Кабель-news. – 2009. – № 9. – С. 74–77.

РАЗВИТИЕ УМЕНИЙ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА РАННЕМ ЭТАПЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В УНИВЕРСИТЕТЕ

А.М. Лидер, В.В. Ларионов, И.В. Слесаренко, М.А. Соловьев
Национальный Томский политехнический университет,
Россия, Томск, пр. Ленина 30, 634050
E-mail: lider@tpu.ru

MASTERING PROJECT SKILLS AT EARLY STAGE OF UNIVERSITY ENGINEERING TRAINING

A.M. Lider, V.V. Larionov, I.V. Slesarenko, M.A. Solovyev
National Research Tomsk Polytechnic University,
Russia, Tomsk, 30 Lenin Ave, 634050
E-mail: lider@tpu.ru

***Annotation.** In the last decades, the industry has experienced its rapid growth in technologies implemented. This conditioned the development of corresponding science and technology competences in specialists who join industry workforce. Currently university researchers and academia are not simply informed of these changes; the university develops demanded professional competences and generic skills in its engineering programmes` graduates. Thus university teaching and learning experience changes. Practical hands-on activities preoccupy students` study time since the very first days at the university. Building and designing something tangible becomes the core of the curriculum for engineering baccalaureate students. Tomsk polytechnic university (TPU) provides students studying physics at the university with practice-based training in project work. Students are engaged into research training project solving a real problem thus enabling the project to transform into real research and development project. TPU educational practice is supported by the methodology system and bank of problems developed by TPU academics. TPU training discussed in this paper demonstrated its efficiency. TPU experience in project based training can be implemented in other universities that offer practical training to its students studying physics.*

За последние десятилетия скоростное развитие технологий, применяемых в промышленности, обусловило потребность в соответствующих профессиональных компетенциях инженеров, которые приходят работать на производство. Университетское сообщество, таким образом, не только проинформировано о необходимости, но и должно принимать активное участие в формировании знаний и компетенций, востребованных на производстве.

Изменения в инженерно-технической подготовке включают пересмотр подходов к организации процесса обучения, учебной деятельности и самостоятельной работы студентов. Меняются форматы учебной деятельности, которая все больше носит практико-ориентированный характер, создаются условия для приобретения опыта инженерной деятельности во время обучения.

Студенты инженерных специальностей также нуждаются в возможностях развития нетехнических умений, в дополнение к освоению основного учебного плана, чтобы преуспеть в профессии. Испытывая давление со стороны специалистов из промышленности, университеты ускоренно внедряют программы или курсы по развитию межотраслевых профессионально значимых умений. Публичное выступление, умения письменной речи, занятия по подготовке к карьере в отрасли теперь реализуются в ведущих инженерных образовательных учреждениях [1].

Сегодня все большую актуальность приобретают форматы учебной деятельности, интегрирующие взаимосвязанное овладение профессиональными и межотраслевыми профессионально значимыми компетенциями.

Все больше инженерных проектов внедряется в ведущих университетах мира с целью обеспечить приобретение умений применения знаний фундаментальных дисциплин в практической инженерной деятельности. В таких учебных дисциплинах студенты с первого курса обучения получают начальные навыки работы с программным обеспечением, умения дизайна, разработки инженерного продукта. Данный формат учебной деятельности позволяет студентам развивать умения устного и письменного общения, защищая свои идеи и воплощая их в реальных проектах, развивать умения взаимодействия, командной работы [2]. Таким образом, с первых дней обучения, погружаясь в выполнение реальных проектов, студенты приобретают основы профессиональных и межотраслевых профессионально значимых компетенций, и умений, которые будут глубже осваиваться в последующих учебных дисциплинах.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) на протяжении многих лет реализует проектно-ориентированное обучение физике. Дидактические основы такого обучения заключаются в том, что структурированная проектно-ориентированная совместная деятельность студентов, изучающих физику, позволяет организовывать самостоятельную работу студентов, начиная с первого года обучения в бакалавриате таким образом, что учебный проект реализуется и превращается во внедренческий [3]. ТПУ предложена новая модель организации самостоятельной работы студентов, реализованная на принципах проектно-ориентированного обучения внедренческого типа в условиях совместной деятельности.

Результатами обучения физике становятся компетенции с элементами видения будущего, форсайта [3]. Одним из важных элементов обучения, внедренного в ТПУ, является создание возможностей для студентов принимать активное участие в разработке самих проблемных заданий. Индивидуальные задания, над которыми работают студенты, требуют тщательной проработки, профессионального кругозора, развитых умений поиска профессионально значимой информации, в том числе в иноязычных источниках, умений критического осмысления и оценки получаемой информации, умений верифицировать полученные данные и информацию, а также важных умений систематизировать информацию и сформулировать проблему, решение которой стоит потраченных ресурсов.

Целью проекта является формирование профессионального мышления по данной научной и одновременно прикладной проблеме, а также навыков самостоятельного приобретения специальных знаний и усвоения базового материала.

Приоритетом в подготовке студента инженерно-технических специальностей является развитие не только потребности в новых знаниях, но и умений превращать знания в продукт. Представляется, что проектно-ориентированное обучение, начиная с первых дней учебы в университете, создает необходимые дидактические условия и предпосылки для формирования указанных выше умений и компетенций. А приобретенный опыт учебной, научно-исследовательской, проектной деятельности будет закрепляться в последующих учебных дисциплинах учебного плана инженерно-технической подготовки.

В ходе формулирования задачи, со студентами обсуждаются критерии результативности проекта, включая технические возможности его выполнения. На данном этапе обучения учебная деятельность студента трансформируется в поисковую учебную деятельность, поддержанную умениями критического мышления, и направленную на достижение конечного результата, выраженного не только в

совокупности знаний и приемах его применения, но и предложений по реализации физической идеи в виде проекта [3,4].

Результативность проекта является важным дидактическим элементом проектно-ориентированного обучения. Выполняемый студентами проект должен иметь потенциал для внедрения, внедренческое продолжение.

Оценивание работы по проекту включает оценку вклада каждого участника, оценку групповой работы. Оценивание проекта предполагает оценивание продукта как результата проектной деятельности, а также процесса выполнения проекта. Последнее выражено в принятии студентами решений в ходе выполнения проекта, данные решения обслуживаются профессиональными и межотраслевыми профессионально значимыми компетенциями. Оценивание также предусматривает взаимную оценку студентами деятельности друг друга.

Среди сформулированных авторами методики проектно-ориентированного обучения, реализованной в ТПУ, отметим следующие учебные достижения, ожидаемые от студентов, успешно выполнивших проект.

Студенты способны продемонстрировать знания и понимание:

- Опыта применения своих академических умений и знаний для решения проблем в науке, технике, промышленности уровня сложности, соответствующего своему этапу обучения.
- Более глубокое понимание актуальности изученного материала в рамках образовательной программы для будущей успешной карьеры в промышленности.

По итогам реализации проектно-ориентированного обучения физике, студенты получают опыт:

- Отбора и обоснования подходов к формулированию проблемы для разработки.
- Применения стратегий информационного поиска с целью наращивания профессионального кругозора, чтобы определить, какие новые идеи и направления исследования могут возникнуть по итогам выполнения литературного обзора по проблеме.
- Применения прикладных умений разработки, включая работу в программных продуктах на уровне сложности, соответствующей своему этапу обучения и задачам проекта.
- Разработки учебных, далее внедренческих решений, носящих инновационный характер, в целях решения проблемы проекта.
- Формулирования критериев успешности проектной деятельности и ее результата - выполненного проекта.

Таким образом, на более поздних этапах обучения студенты, получившие опыт проектной деятельности, способны:

- Соотносить академические знания и умения, приобретенные во время выполнения проекта, с реальными задачами промышленности.
- Применять умения разработки к решению реальных проблем в промышленности.

Опыт Томского политехнического университета в области организации проектно-ориентированного обучения физике включает разработанную методическую систему обучения, реализованную в авторских программных разработках, виртуальной образовательной среде ТПУ.

В рамках проектно-ориентированного обучения физике в ТПУ разработан банк проблемных заданий для организации практико-ориентированного обучения физике, сформированы критерии формирования таких заданий. Полученные результаты обучения позволяют говорить об его эффективности. Опыт ТПУ в области проблемно-ориентированного обучения физике может быть внедрен в процесс инженерно-технической подготовки студентов других университетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mejtoft T., Vesterberg J. Integration of Generic Skills in Engineering Education: Increased Student Engagement // Proceedings of the 13th International CDIO Conference. – University of Calgary, Calgary, Canada, June 18-22, 2017.
2. Telenko C., Wood K., Otto K. et al Designettes: An Approach to Multidisciplinary Engineering Design Education.// Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME. –2016.–vol. 138.–no.2.–Article number 022001.
3. Ларионов В.В., Лидер А.М. Самостоятельная работа студентов технического университета (опыт ТПУ). // Высшее образование в России. –2014. – № 8–9. – С. 122 – 126.
4. Ларионов В.В., Лидер А.М., Лисичко Е.В. Непрерывный образовательный процесс на основе проектно-ориентированного обучения // Высшее образование в России. — 2011. — № 4. — С. 99–103.

HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE COURSE FOR INTERNATIONAL PHD STUDENTS MAJORING IN ENGINEERING

O.T. Loyko¹, I.V. Slesarenko¹, V.V. Sizov²

¹National Research Tomsk Polytechnic University,
Russia, Tomsk, 30 Lenin Ave., 634050

²Tomsk State Pedagogical University, Russia, Tomsk, 56 Kievskaya Street, 634050
E-mail: olgaloyko@tpu.ru

Annotation. PhD students` needs analysis is the starting point for the study in the course History and Philosophy of Science especially when the course is delivered in English. After successful course completion students develop generic skills based on critical thinking. The course content is sophisticated thus students` cultural background and professional aspirations matter for the course successful delivery.

The twenty-first century will be the century of humanitarian science,
or it will not exist. *Levi Strauss*

International students comprise 23% of the total student population at Tomsk polytechnic university (TPU) in 2019 [1]. TPU home and international students choose to study on the degree programmes delivered through the medium of English. In 2018 our University started offering the course History and Philosophy of Science for graduate and PhD students enrolled in English medium engineering programmes.

The philosophy of science as a university course and scientific field that deals with the assumptions, foundations arguing the purpose, use and merit of science [2]. The history of science is a vital university course as not knowing the scientific background it is not possible to progress further in the chosen scientific field.

This TPU course introduces students to the core issues of the philosophy of science. In particular the debates about the nature of the scientific methods, theories of confirmation, the demarcation of science from non-science, the rationality of theory change, and scientific realism are discussed. Students are exposed to the key thinkers in the philosophy of science.

The philosophy of science concerns the nature of science and what makes it distinctive among other forms of human inquiry. The problem of distinguishing genuine science from disciplines or activities that do not deserve to be called scientific is closely linked to the problem of precise characterization of the scientific method.

This course provides an introduction to this subject beginning with the origins of modern science in the Scientific Revolution in the sixteenth and seventeenth centuries, and concluding with exposure to the latest controversies among contemporary philosophers of science

including the debates about the various forms of scientific realism. While accomplishing the course students will develop an appreciation of the importance of philosophy of science within the history of philosophy and an understanding of the ideas of the most famous names in the subject, those include Bacon, Popper, Kuhn and Lakatos, others.

In our case the course syllabus is viewed as the contract between faculty and students. As such, the syllabus should not be altered after the semester has begun to ensure fairness towards the students` progress and achievement. The purpose of this syllabus is to give an idea of the philosophy of science as the branch of knowledge, its features, main schools and areas of studies; to acquaint students with the main problems of philosophy of science: scientific criteria, logic of scientific research, structure of scientific knowledge, the value of science, and ethos of science. Before proceeding with the design of the course History and Philosophy of Science, it was necessary to conduct initial analysis of the problems encountered by a teacher and students starting their teaching and learning within History and Philosophy of Science course in English language.

To achieve this goal the knowledge, skills, and competencies needed to implement this course have been analyzed. The questions for reflection and analysis included the following:

- Teacher`s role and functions and perceptions of their students (Serving as a mentor and coach, encouraging lifelong learning, sharing enthusiasm for learning, improving science literacy, demonstrating that creativity and fun are sides of learning)?
- The course content, skills (Student responsibility, critical, creative and analytical thinking, questioning, problem solving, communication, the notion that science is for everyone)?
- Compliance with current requirements (different instructional strategies, learning styles and aptitudes, students engagement, use of technology for instruction, student access to real world technologies.
- Teaching methods effectiveness (reflective practices, authentic assessment, tutorials, advice and feedback from teachers, communication with students and other stakeholders).

The next step incorporates the needs analysis of graduate students` background and professional aspirations. The strategy of investigating students` needs via needs analysis is presented in [3]. It is important to find out where the students studied before and what approaches were implemented.

Secondly, the teacher is to recognise if English language is the language of training, what functions English serves for: academic, professional, scientific, everyday life communication.

Science plays an enormously influential role in our society. As a social institution, it commands enormous respect and social influence, as well as attracts substantial amount of funding.

Over the last 400 years, science has transformed human life and society. Most of what we take for granted in terms of lifestyle including communication, health and transport is unthinkable without science. Even when people find out that technology has generated environmental problems, people tend to turn to science for remedy. E.g., if a car exhausts pollution into the atmosphere, people turn to science to search for more efficient fuel or new type of engine. Science is the massive problem-solving and information-providing enterprise and, generally, arouses great respect for what has been achieved. The course we overview in this paper integrates discussions led by students and facilitated by the teacher incorporating the following questions:

- What does it mean to say that something is “scientific”?
- How can one tell valid science from bogus?
- On what basis can we assess what scientists tell us?

- How do we know if what we are being told is absolute truth or merely some temporary theory, adequate for now but soon to be replaced? What is scientific language? [4].

The goal of TPU course History and Philosophy of Science is for graduate students to receive knowledge in the history of science, develop understanding of the main philosophical fields, the role and place of science in modern society. The course History and Philosophy of Science will contribute to development of generic skills including communication skills, understanding and recognition of other cultures. Overcoming cultural shock can be the foundation of new world. University education turns into scientific diplomacy.

The research and syllabus design for the course History and Philosophy of Science for graduate students have been conducted within TPU in-house professional training system, the course Pedagogical Design and Delivery through the Medium of English in the Context of Internationalisation.

REFERENCES

1. TPU Facts. TPU official webpage Available at: <https://tpu.ru/> (Assessed 23.12.2019)
2. Philosophy of Science. Stanford University, course description. Available at: <https://web.stanford.edu/class/symsys130/Philosophy%20of%20science.pdf> (Assessed 23.12.2019)
3. British Council. Needs Analysis in Studying English Available at: <https://www.teachingenglish.org.uk/article/needs-analysis> (Assessed 22.12.2019)
4. Fjällbrant N. Scholarly Communication – Historical Development and new Possibilities // <http://internet.unib.ktu.lt/physics/texts/scholarly/scolcom.htm> (Assessed – 24.12.2019).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРТОЧЕК ДЛЯ ЗАПОМИНАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ В СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ

Д.Ю. Ляпунов, И.В. Слесаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: lyapunov@tpu.ru

USING CARDS FOR MEMORIZING PROFESSIONAL TERMINOLOGY IN POWER ELECTRONICS

Danil Y. Lyapunov, Inga V. Slesarenko

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: lyapunov@tpu.ru

***Annotation.** The paper deals with an approach that allows to retain professional terminology in such a versatile branch of science and technology as Power Electronics. This topic is especially relevant for designing such courses as Professional English, Power Electronics for the students major in Electrical Engineering. We consider topic-related handbooks, textbooks and tutorials as the sources of the professional terms. According to the approach the phrases with the terms are written on small carton cards. On one side of a card a learner writes the expression in English while on the other side – in Russian. We accepted Russian as a mother tongue in this paper. Learning 20–30 essential phrases per day is proposed as sufficient. We use Ebbinghaus’s forgetting curve to schedule the intervals of repeating the terminology during the day so as to provide their effective retaining. We also scale our approach to the weeks and months. To support our technique efficient methods to use the phrases are supplemented. It is emphasized that using the approach under development is necessary to build a solid knowledge ground for future career in the field of Power Electronics. Consequently, we presume that introducing the approach into courses for the Bachelor Degree Program ‘Electrical Engineering’ the fruitful outcomes of the extensive research on memory by Hermann Ebbinghaus*

Nowadays Power Electronics is the cutting-edge technology that shapes our present and future. It is about how to get all the devices and gadgets working both at our homes and institutions where we work. Therefore, electronic devices surround us almost everywhere. That’s why we are urging to get acquainted with this amazing area of interest. Moreover, as teachers we provide a Bachelor Degree Programme ‘Electrical Engineering’ at Tomsk Polytechnic University. Consequently, we need to render a high quality content to our students so as to provide the corresponding standard of education. An analysis of modern handbooks, textbooks and tutorials revealed that over 80% of up-to-date topics in Power Electronics are covered in the English language. An extensive body of research was provided in “Power Electronics Handbook” [1], where a number of researchers and educators presented their chapters both on classical theory and breakthrough technologies that are present in Power Electronics nowadays. Therefore, we took this handbook as a basis for acquiring the terminology that the authors use to convey us their knowledge. The examples of essential terms and phrases in Power Electronics are as follows: a control voltage signal; a freewheeling path for the load; before the diode starts reverse conduction; electrons destined to be injected; electrons in P region and holes in N region; etc. We note that the approach under development is suitable either for students and for teachers as well as for any interested individual who wants to get into such a broad area of study as Power Electronic. Although, upon starting to read this book [1] there exists a high probability that the level of

comprehension will be very low at first. And here is the point when the approach of fixed expressions memorizing comes to its act to boost understanding the topic of interest.

The approach stems from the research of German psychologist Hermann Ebbinghaus who pioneered the experimental study of memory [2]. Ebbinghaus is known for revealing the forgetting curve and the spacing effect that represent the laws of effective learning. Therefore, to memorize something we should use the approach that implies the properly spaced repetition of the information that we want to memorize. The spacing effect demonstrates that learning is more effective when study sessions are properly spaced out. Among Russian educators that use this technique we can outline Edgar Kulikov whose online English Language School is amidst the most effective for Russian natives.

First, we need to sort out a chunk of material that is to be profoundly comprehended and memorize the terminology. For this purpose, we strongly recommend to pick a few passages containing not more than 7...10 lines each of topic-related text on a daily basis. Then we sort out the stable expressions and write them out on small carton cards. Their number should range from 20 to 30. On the one side of a card we write a fixed expression in our mother tongue and on the other one we put that same phrase in the language that we learn. The key moment is we always start repeating from the phrase in our mother tongue at first. This is because when speaking to someone whose mother tongue is e.g. English one tries to translate their thoughts from Russian into English and finally read them to ourselves in English, not visa-versa.

Thus, we produce the cards on a certain topic with both Russian and English terms and phrases on the corresponding sides. Then we repeat those expressions to ourselves with certain time intervals. At times, we should also read the expressions aloud to strengthen our retention process and make better our pronunciation.

Our long practice shows that an optimal interval between repetitions is 1 hour. Consequently, we all have at least 16 hours per day to repeat the expressions each hour. In this case around 2 minutes per hour are only needed for the process of repeating. Surely, that will not affect our primary duties at work.

Note that the optimal number of the expressions that to be memorized per day is from 20 to 30. Using less lexical units does not give an optimal load for the brain while using more of them leads to dissipated attention.

In Figure 1 we render the approximate Ebbinghaus's forgetting curve for the approach under study.

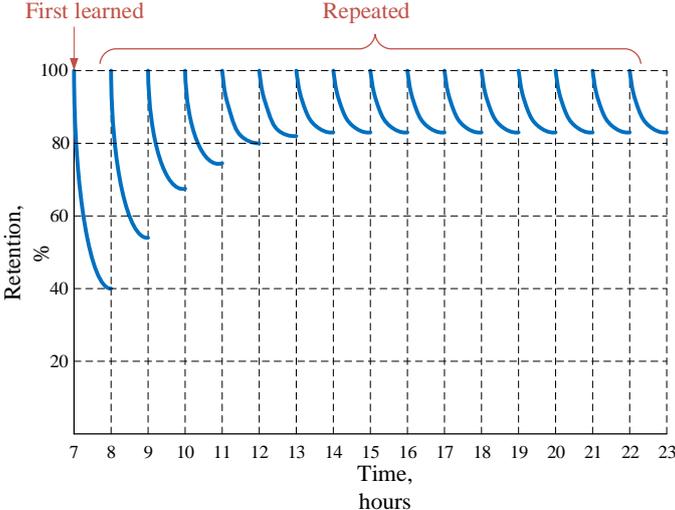


Fig. 1. Ebbinghaus's forgetting curve for memorizing professional terminology during the day

Abscissa axis corresponds to the time during the day. The moments 7, 8,...22 initiate the time intervals when we repeat the phrases written on the cards. Whereas the axis of ordinates shows the level of retention. Here we admit that the latter variable is hard to measure. Moreover, it refers to so-called 'latent' variables [3] that we cannot measure but are able to render an approximate value of the variable.

So, after first learning the expressions at 7:00 am (Figure 1) we surely forget 60% of the information in an hour (from 7 to 8 am). Note that the process of forgetting obeys the exponential law. At first, the rate of forgetting is approximately 60% per hour. Then after repeating the phrases at 8 am the rate of forgetting is approximately $\frac{3}{4}$ of that within the previous interval. Generally, after about 5 hours of such practice the retention of the information occurs in a stable manner and the rate of forgetting will be reduced significantly to approximately 18% per hour. Obviously, after some repetitions each hour one is capable of retaining 80% of topic-related terminology. Therefore, at the end of the day the learner can more or less use the phrases in the topic of interest quite confidently. Then comes the time to have a rest after the last reading the phrases at 22 pm. Next morning the person should just refresh their memory by repeating the words learned the previous day only one time. After that, the process described in this passage is repeated for the following day as well as for the weekdays left.

On the weekends, we need to refresh all the expressions learned during the weekdays. We recommend that the student only look through all the phrases learned during the week (approximately 100) for 3 times on Saturday and for 3 times on Sunday. Each repetition on the weekends consumes not more than 10 minutes.

One more issue of using the proposed approach is that on the last day of each month we repeat all the phrases we retained during the month one time. This process lasts not longer than 40 minutes. Then all starts again.

Although, the method described above is necessary to retain the professional expressions, it is not sufficient to feel comfortable in any topic-related situation. That is why the approach implying making cards with the terminology should be supplemented by other techniques that boost learner's involvement in topic and language environment, e.g. connecting expression in one meaningful phrase; watching topic-related videos; using visual dictionaries like [4] to describe the pictures where topic-related processes are shown; paraphrasing the most common expressions; using suffixes and prefixes for word-building activities, etc.

The approach presented in our paper will presumably serve as a new tool to raise learners' expertise both in Power Electronics and topic-related English language. Our daily practice shows that encouraging students to use cards to memorize the expressions bring fruitful results not only in the problem area of Power Electronics but also in other subjects that involve using English language. Although it takes a lot of effort to take up such an energy-demanding technique of learning terms and phrases, most motivated learners adopt this method to effectively study other subjects and form their habit of memorizing the topic-related phrases. So, using the proposed techniques our students will boost their capability to speak with international partners in the problem area, to read the advanced papers and tutorials regarding electronics.

REFERENCES

1. Rashid M. Power Electronics Handbook. – Oxford (UK), Cambridge (US): Elsevier, 2018. – 1522 p.
2. Ebbinghaus H. Memory: A contribution to experimental psychology. – New York: Dover, 1885. – 123 p.
3. Latent variable [Web resource]. – Access mode: https://en.wikipedia.org/wiki/Latent_variable (date of access 26.12.2019).

4. Korbey J.-C. English–Russian, Russian–English Visual Dictionary. – Moscow: Eksmo, 2018. – 624 p.

НАБОР EDUMATRIX КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

М.Е. Семёнов¹, А. Пардала²

¹Томский политехнический университет, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

²Жешувский политехнический университет, Польша, Жешув, ул. Повстанцев Варшавы, 12, 35-959

E-mail: sme@tpu.ru

THE EDUMATRIX SET AS TOOL FOR FORMATION AND DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL COMPETENCIES OF STUDENTS

M.E. Semenov¹, A. Pardala²

¹Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

²Rzeszow Polytechnic University, Poland, Rzeszow, Powstańców Warszawy str., 12, 35-959

E-mail: sme@tpu.ru

Annotation. We suggest using the EduMatrix set in the educational process to visualize the solution of educational tasks. Using this set allows a student to develop out-box thinking, characteristic of mathematicians.

Обучение посредством развлечения становится весомой альтернативой традиционным практикам формального университетского и дополнительного образования. Для реализации основных образовательных программ (ООП) активно используется интерактивное оборудование, мобильные приложения, событийные и игровые технологии, различные среды программирования, сеть Интернет.

Выбор организационных моделей, целевых ориентиров, соотношение образовательного и развлекательного (игрового) компонентов в ООП по естественнонаучным и математическим дисциплинам – это далеко не полный список вопросов, который находятся в фокусе интересов профессорско-преподавательского состава. Современный преподаватель должен обладать профессиональными компетенциями в различных областях науки и техники, которые оформились в виде научных дисциплин в последние годы. Прежде всего, речь идёт о наиболее динамично развивающихся дисциплинах, связанных с компьютерными науками, например, «Программирование мобильных приложений», «Обработка больших объемов данных», «Цифровая обработка сигналов и изображений». Для обучения математике, основам алгоритмизации и программирования активно используют современные инструментальные творческие среды программирования [1]. В качестве альтернативного подхода в учебном процессе применяют различные игровые наборы, конструкторы, настольные игры. Данный подход не требует использования компьютерной техники. Среди таких наборов можно отметить EduMatrix [2], который включает игровое поле – матрицу и размеченные кубики. Игровой набор EduMatrix может использоваться для развития логического и абстрактного мышления, формирования у студентов навыков математического образа мышления и математической интуиции, способность к поиску оригинальных решений классических учебных заданий.

Цель данной работы – расширение дидактических возможностей набора EduMatrix для формирования и развития профессиональных компетенций студентов. Для достижения поставленной цели необходимо последовательно решить следующие

задачи: а) провести критический анализ существующих педагогических инструментов для развития логического и абстрактного мышления, б) описать новый дидактический подход и сформулировать планируемые результаты обучения.

Процесс перехода от эмпирической деятельности к абстрактному и логическому мышлению сложный, но чрезвычайно важный для дальнейшего интеллектуального развития обучающихся [3]. В рамках предлагаемой методики использования набора EduMatrix мы предлагаем опираться на социальную обучающую модель [4]. В такой модели задается предметно-профессиональный и социальный контексты будущей деятельности специалиста – математика, программиста. Использование социальной обучающей модели предоставляет возможность для динамической развертки заданий в совместные, групповые формы работы всех участников образовательного процесса. При этом включаются механизмы обучения и взаимодействия, появляется новый опыт – результаты совместных усилий.

Приведем далее постановки задач, иллюстрирующие дидактические возможности набора EduMatrix.

Задание 1. Используя кубики, выложите на матрице следующие выражения: а) $A+B \times C$; б) $A \times B+C$; в) $A \times B+C \times D$; г) $(A+B)/(C-D)$ в польской инверсной нотации. Оцените эффективность предложенной нотации в сравнении с инфиксной нотацией. Оформите вычисления предложенных выражений в виде функций на языке C/R/Python.

Задание 2 [5]. Разместите желтый кубик в ячейку A3, в ячейку A2 разместите зелёный кубик. Разместите в ячейках B2, C2 по одному жёлтому кубику, а в ячейке D2 – зелёный, далее в ячейках D3, D4 и D5 разместите три жёлтых кубика, а в ячейке D6 – зелёный кубик. Повторите проделанные действия четыре раза. Оформите предложенные действия в виде функций на языке C/R/Python и вычислите количество необходимых кубиков для различных траекторий движения.

Один из сильнейших факторов успеха современных студентов – это их способность создавать творческие проекты (например, модели, алгоритмы, программное обеспечение) через участие в небольших исследовательских группах. Поэтому мы полагаем, что один из возможных результатов обучения это способность к созданию и программной реализации оригинальных заданий с использованием набора EduMatrix.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Junior Code Academy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://juniorcodeacademy.eu/resources/> (дата обращения 25.12.2019).
2. Ludorowska K. Lesson plans. EduMartix. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.edumatrix.pl/wp-content/uploads/2018/12/SCENARIUSZE_3_EN.pdf (дата обращения 25.12.2019).
3. Pardala A., Semenov M. Rozszerzenie dydaktycznych mozliwosci zestawu EduMatrix w ksztalcenie matematycznym // Thesis of XXIX Szkoła Dydaktyki Mathmatyki. – Rzeszow. – 2019. – p. 37 (In Polish).
4. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. – М.: Высшая школа, 1991. – 207 с.
5. Semenov M. Self-crossing points of a closed-path motion // Тезисы докладов Международной конференция, посвящённой 90-летию кафедры высшей алгебры механико-математического факультета МГУ. – Москва, 2019. – С. 89 (In English).

СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА В ВИДЕ СТАРТАПА

В.А. Серяков, Т.Д. Казакова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: seryakov@tpu.ru

MODERN EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN PERFORMANCE COURSE PROJECT AS A STARTUP

V.A. Seryakov, T.D. Kazakova

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: seryakov@tpu.ru

***Annotation.** The article is devoted to the functions of a teacher and a student in the process of implementation of the educational design project in the form of a startup – a new form of presentation of the results of research activities of graduates. The authors consider the characteristics of a startup, describe the features of the design project in the form of a startup, and characterize the composition of the design startup team and the stages of startup development. The article defines modern educational technologies for developing a startup.*

Одной из актуальных тенденций современного высшего образования является направленность на развитие у студентов экономико-правовой культуры, совершенствование бизнес-компетенций, формирование инновационной личности [1, 2], что позволит выпускникам вузов быть более успешными и востребованными в любой профессиональной деятельности и вносить вклад в развитие экономики страны.

Важную роль бизнес-компетенции играют в профессиональной деятельности дизайнера, т.к. от него требуются умение организовать свой труд (навыки самоорганизации), навыки осуществления творческо-поисковой деятельности, владение опытом организационно-коммуникативной деятельности. Дизайнер должен понимать структуру производства, знать правила составления технологической и конструкторской документации, основы экономических расчетов и маркетинговых исследований; а также уметь организовать деятельность исполнителей и принимать управленческие решения.

Целью стартапа является упрощение и улучшение любых действий с объектами в жизни пользователей, решение проблем с помощью достижений технического прогресса. Главная задача стартапа это его продажа крупной корпорации или продолжение деятельности в качестве самостоятельной компании.

Жизненный цикл стартапа включает пять этапов:

1. Pre-Seed stage (посевной этап) - поиск идеи и разработка способов ее воплощения. На данном этапе анализируется рынок, составляется бизнес-план, формулируется техническое задание, создается прототип продукта, тестируется, изучается спрос, осуществляется поиск инвесторов.

2. Startup Stage (запуск). На данном этапе осуществляется выпуск продукта на рынок.

3. Growth Stage (рост). Этап направлен на максимальное увеличение прибыли.

4. Expansion Stage (расширение) – расширение бизнеса, выход на новые рынки.

5. Exit Stage (выход). Этап перехода на уровень стабильной, узнаваемой самостоятельной компании [3].

Основная работа с применением полученных умений и навыков происходит на 1 этапе жизненного цикла стартапа. Дизайнер анализирует рынок конкурентов,

проводит обзор аналогов, выявляет их сильные и слабые стороны с целью создания уникального продукта. Далее создается концепция дизайн-продукта: продумываются его художественная и техническая составляющие, создаются эскизы, оформляется 3D-модель. Имея готовую концепцию, дизайнер продумывает ее реализацию: выбирает способ и технологию изготовления, рассчитывает смету затрат на изготовление прототипа и партии товара для мелкосерийного производства.

Команду дизайнерского стартапа составляют разработчик-дизайнер (студент), научный консультант (преподаватель), консультант по дизайну, партнер(ы).

Важным элементом стартапа является инвестиционный план – стратегия достижения целей. Инвестиционный план дизайнерского стартапа обычно включает два этапа. Первый этап - изучение теоретического материала; разработка концепции продукта; выбор конструктивных, эргономических, функциональных и эстетических решений; разработка пробного промышленного образца. Второй этап состоит из апробации пробного образца; выявления его недостатков; внесения корректировок в конструкцию; организации производства; оформления продукта (документация, разработка упаковки и т. д.); внедрения продукта.

К средствам современных образовательных технологий при выполнении курсового проекта студентом относят облачные системы обмена и данными и информацией (Яндекс.Диск, Google Диск), онлайн сервисы и платформы для совместной работы (Google Презентации, Miro.com) (рисунок 1). С помощью платформы Miro.com можно выстраивать структуру и логическую последовательность разработки стартапа за счет визуальных средств отображения информации: канбан-карточки, диаграмма связей, карта истории, ретроспектива, брейнрайтинг, дорожная карта продукта.

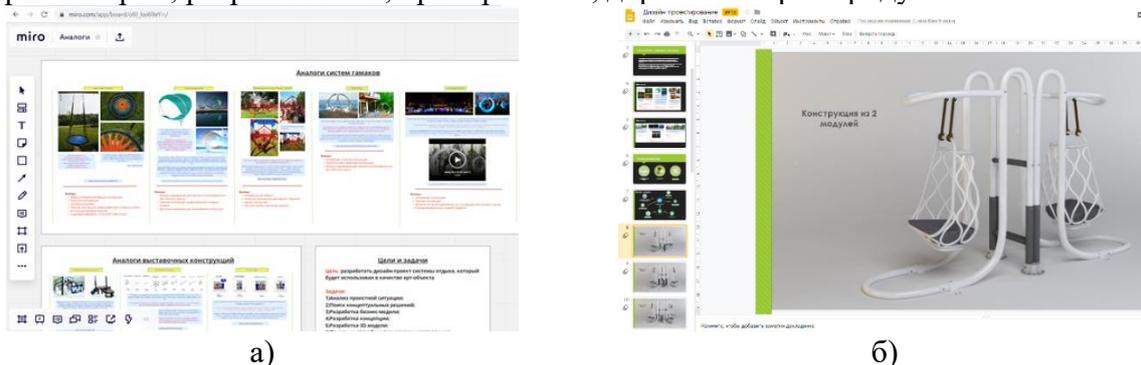


Рис. 1. Современные средства образовательных технологий: а) Miro.com; б) Google Презентации

Преподаватель инициирует самостоятельную инновационную деятельность студента и постоянно взаимодействует со студентом для того, чтобы стартап-деятельность играла для него обучающую роль. Онлайн сервисы способствуют оперативной работе студента, команды и преподавателя, а также дают возможность проверки и отслеживания хода проекта в реальном времени.

В процессе руководства студенческой работой в виде стартапа преподаватель выполняет все функции педагога: обучающую, воспитывающую, организующую и исследовательскую [4]. В течение совместной работы руководитель должен создать благоприятный социально-психологический климат, благодаря которому студент, выполняя задачи профессиональной деятельности и добиваясь в ней успехов, сможет повысить свой интерес к будущей профессии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Росенко Н.И. К вопросу теоретико-методологического основания системы формирования экономико-правовой культуры у студентов вузов // Вестник Марийского государственного университета. – 2018. – Т. 12. – № 1 (29). – С. 90–95.

2. Сергеев А.С. Формирование компетенций, обеспечивающих развитие экономики // Управление инновациями: теория, методология, практика. – 2016. – № 15. – С. 127–133.
3. Что такое стартап // Temabiz.com. 2013–2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.temabiz.com/terminy/chto-takoe-startap.html> (дата обращения: 23.12.2019).
4. Азимова Н.Э. Роль профессионального педагога в подготовке гармонично развитой личности // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 5. – Т. 1. – С. 30–32.

СТРАТЕГИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ГРАММАТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА В НАУЧНЫХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ

А.М. Лидер, И.В. Слесаренко

Национальный Томский политехнический университет, Томск, пр. Ленина 30, 634050
E-mail: slessare@tpu.ru

STRATEGIES FOR INDEPENDENT STUDIES OF ENGLISH GRAMMAR FOR SCIENTIFIC AND ACADEMIC PURPOSES

A.M. Lider, I.V. Slesarenko

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, 30 Lenin Ave, 634050
E-mail: slessare@tpu.ru

***Annotation.** English language proficiency is vital for academics working in higher education. English serves as the means of written and spoken interaction among researchers, teaching staff, and students. Research and teaching activities are performed in English as international language of science communication and networking. When functioning in predominantly monolingual environment the necessity to brush up and enhance skills in English as foreign language arises. Grammar, above all, is viewed in this respect as the integral and core component of foreign language skills. Thus, figuring out the ways and means for mastering, reviewing and revising grammatical skills on one`s own using books and online materials is essential. It is also important when working with students and building communication in English to be able to equip students with certain strategies to sustain their foreign language skills to enable mutually productive meaningful communication about science, teaching and learning. The above said conditions the relevance of the topic chosen.*

Сегодня английский язык все больше используется как Lingua Franca в современном научном академическом сообществе. В тоже время, академическая среда стран, где английский язык не является официальным языком общения, но становится языком получения высшего образования, заставляет научно-педагогических работников решать задачи регулярного использования английского языка в практике общения, системной организации самообучения в целях повторения или освоения языковых явлений и речевых функций, востребованных форматов коммуникации.

Самостоятельное совершенствование коммуникативных компетенций английского языка в профессиональных целях требует организованной работы, этапы которой включали бы анализ потребностей, целеполагание, выбор материалов, стратегий обучения, инструментов рефлексии и оценивания прогресса в обучении. В данной работе нами рассмотрены стратегии организации самостоятельного изучения грамматических явлений английского языка в целях научного и академического общения.

Граматику, как центральный элемент языковой системы, также называют математикой языка. Правила овладения родным, вторым иностранным языком предложены профессором Хомским в теории универсальной грамматики. В рамках данной теории обсуждается, что способность грамматического построения предложений является для человека врожденной [1]. В то же время, при построении словосочетаний, предложений необходимо использовать некие грамматические правила, и каждый изучающий английский как иностранный язык может делать ошибки, типичные для носителя исходного, родного языка, а также испытывать индивидуально обусловленные трудности в построении грамматически правильных высказываний на иностранном, изучаемом языке. На современном этапе развития методики преподавания иностранных языков данная идея развивается в теории профессора Слабаковой [2]. Так, принимая во внимание, что в языке действуют определенные правила овладения морфологией языка, его синтаксисом, обучающийся также формирует собственный набор приемов и стратегий накопления и запоминания словарного запаса, грамматических явлений в целях преодоления межязыкового и внутриязыкового трансфера [3].

Важным вопросом представляется способность обучающего, работающего над языковыми явлениями самостоятельно, выбирать, применять стратегии обучения, которые бы отвечали специфике изучаемого языка, а также индивидуальным особенностям обучающегося. Следующей задачей является формирование системы индивидуализированного самообучения с адекватными элементами контроля.

Первым инструментом является анализ потребностей, который позволяет определить возможные пробелы и потребности в изучении английского языка, в нашем случае грамматических явлений [4]. Анализ потребностей включает саморефлексию с целью формулирования проблемы в коммуникации, которую обучающийся планирует преодолеть, и таким образом, уточняется текущая цель для самостоятельного изучения английского языка. Например, обучающийся может предположить, что ему/ей необходимо заниматься английским языком, в частности тренировать грамматические явления, встречающиеся в форматах письменных отчетов, докладов, также обучающемуся необходимо бегло говорить и свободно общаться с иностранными коллегами. Востребованными форматами устного коммуникативного взаимодействия в научной и академической сферах общения могут являться телеконференции, переговоры, выступления и смол токи на конференциях.

Анализ потребностей может быть взаимоувязан с диагностическим тестом, что позволяет сфокусировать внимание на том, как организованы языковые и речевые аспекты английского языка, вызывающие сложности у обучающегося, и которые возможно дидактизировать в единицы для самостоятельного изучения.

На следующем этапе планирования, на основании критериев, обучающийся принимает решение, какие ресурсы – учебно-методические, временные, другие, необходимы для достижения сформулированной цели самообучения.

Далее, важным этапом является выбор траектории обучения, ее формирование. Траектория обучения предполагает фокусирование задач каждого этапа обучения, необходимых ресурсов, и определение критериев эффективности самообучения. Эффективная реализация траектории обучения обусловлена выбираемыми стратегиями обучения, объектами и методами оценивания.

Применение стратегии построения собственной траектории самообучения английскому языку представляется важным как для научно-педагогических сотрудников университета, использующих английский язык как средство профессионального общения, так и для студентов, осваивающих образовательные программы на английском языке, а также изучающих учебную дисциплину

«Профессиональная подготовка на английском языке». Данная стратегия может быть успешно реализована при организации самостоятельной работы сотрудников и студентов университета в изучении английского языка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Maher J. Introducing Chomsky. Icon Books. – 2011.
2. Slabakova R. What is Easy and What is Hard to Acquire in a Second Language? // Proceedings of the 10th Generative Approaches to Second Language Acquisition Conference – 2009. – Pp. 280–294.
3. O`Grady W., eds. Contemporary Linguistics. – St. Martin's Press edition, in English. – 3rd, U.S. ed. / prepared by Mark Aronoff. – 1997.
4. Todea L., Demarcsek R. Needs Analysis for Language Course Design. A Case Study for Engineering and Business Students // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. – 2017. – vol. 200. – no. 1. – Article number 012064.

ВОПРОСЫ ПРОЕКТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ЭКОНОМИКИ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ

О.В. Санфирова

Томский государственный педагогический университет,
Россия, г. Томск, Киевская ул., 60А, 634061
E-mail: sanfolga@yandex.ru

ISSUES OF DESIGN TECHNOLOGIES IN TEACHING ECONOMICS IN THE BACHELOR 'S TRAINING SYSTEM

O.V. Sanfirova

Tomsk State Pedagogical University, Russia, Tomsk, Kievskaya St., 60A, 634061
E-mail: sanfolga@yandex.ru

***Annotation.** The article identifies issues related to the organization of project activities in the system of preparing bachelors in economics, analyzes project competency in detail. The problems that the teacher faces are substantiated. The difficulties associated with project activities, often encountered by students, are described in detail. The innovative business environment that a student encounters in project activities is described in detail.*

Ландшафтное поле современного образования в области преподавания дисциплин экономического профиля сегодня подвержено динамичным изменениям, это отражается в стандартах последних поколений, а точнее в компетентностных требованиях к обучению. В них все большую позицию занимает проектная компетенция. Огромное количество научных статей посвящена разработке методики и методологии обучению проектной деятельности. При этом, специфика проектной деятельности в дисциплинах экономического профиля сильно зависит от постоянных глобальных изменений, как на современном рынке, так и в самом социуме. В связи с чем, сложно студенту определить тип и вид проекта по выбранной теме, поставить правильно вопросы, связанные его с актуальностью, выявить перспективные направления для развития проекта, проанализировать ценностно-смысловые доминанты современного социума и т.д. Что касается педагога, то для него также существует ряд серьезных проблем по данному вопросу. Во-первых, в разделе стандарта, связанного с преподаванием экономических дисциплин, не оговаривается к каким типам и видам проектной деятельности студент должен быть готов в ходе обучения. Во-вторых, меняются технологии проведения социально экономических исследований, вводятся новые параметры и критерии оценки тех или иных процессов,

заявленных в теме проекта, корректируется методика сбора и анализа информации, расширяются междисциплинарные границы, изменяется личность самого исследователя.

Педагогу приходится сталкиваться с такими проблемами, как готовность и настроенность студентов к тому, что проект придется реализовывать в изменчивых реалиях, где сложно определить: перспективы развития рынка, как изменятся целевые ориентиры выбранной аудитории, на которую и ориентирована данная продукция, степень конкурентоспособности в выбранной сфере. Невозможно научить студента быть в бизнесе и находиться вдали от совершенствования своей модели работы с рынком. В связи с чем, требуется создание не просто искусственной проектной среды по типу «бизнес-инкубаторов», а требуются такие технологии, которые бы позволили студенту не только производить экономически целесообразную и обоснованную, с точки зрения рыночных условий, продукцию, но, при этом, реализовывать ее в настоящих рыночных реалиях. Это возможно осуществить, создавая экономические площадки открытого типа, где возможно вывести, хотя бы пилотные экземпляры своей продукции. При этом, рынок не позволяет работать в каких-то традиционных, отработанных форматах. Ведь изменяется практически все и практически каждое мгновение. Меняется система потребительского поведения. С одной стороны потребители имеют определенный опыт потребления продуктов – услуг, они становятся все более разборчивыми и требовательными, а с другой - они ждут от производителя новых, более совершенных предложений, которые должны удовлетворять их быстро меняющиеся жизненные приоритеты. Таким образом, для студента, который входит в рыночную среду сегодня, хочет он того или нет, данная среда всегда инновационная. Сам он в этой среде выступает в роли «инноватора». Термин инновационная среда, можно сказать, созвучен с старофранцузским определением среды как «понятийного аспекта» и переводится, приблизительно, как окружать. Следовательно, инновационная среда, не просто среда с размытыми компонентами, сочетание внутренней и внешней сред участника инновационного процесса. Ясно, что это общее значение влечет за собой широкий круг способов употребления. Инновационный бизнес – среда всегда бывает двусоставная и подразделяется на внешнюю и внутреннюю. В качестве макросреды для развития инновационных бизнес – процессов можно отметить политическую, экономическую, ресурсную (имеется ввиду природно-социальные ресурсы) демографическую, культурную, ценностную. Внешняя среда определяет зоны хозяйствования: рынок новшеств, рынок инновационной конкуренции, рынок инвестиций.

ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БАЗОВЫХ КАФЕДР ПРЕДПРИЯТИЙ И ВУЗОВ

Е.Ф. Полисадова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: elp@tpu.ru

PROBLEMS OF FUNCTIONING OF THE JOINT DEPARTMENTS OF ENTERPRISES AND UNIVERSITIES

E.F. Polisadova

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: elp@tpu.ru

***Annotation.** The most acute problems of the functioning of the joint departments of enterprises and universities are analyzed. The problems that hinder the successful development of this tool for training competitive specialists, adapted to the modern conditions of professional activity, are considered.*

Стремительное развитие научно-технического прогресса в последние десятилетия диктует необходимость системе образования оперативно подстраиваться к требованиям производства. Существующая система федеральных образовательных стандартов, образовательных программ всех уровней предполагает участие работодателей в определении компетенций выпускников посредством рецензирования содержания образовательных программ, согласования результатов обучения, оценки качества образовательной деятельности, участие в государственных экзаменационных комиссиях итоговой аттестации выпускников, формирования профессиональных стандартов. Как показывает многолетний опыт, наиболее эффективно все эти процессы могут быть реализованы в рамках базовых кафедр - структурных подразделений, обеспечивающих практическую подготовку обучающихся, созданных вузами на базе предприятий, научных учреждений [1]. Только в тесном сотрудничестве учебного заведения и работодателя возможно гибко реагировать на потребности реального сектора экономики в специалистах, обладающих необходимым набором компетенций, способных решать задачи на передовых рубежах науки и техники [2, 3].

Практика внедрения базовых кафедр существует с 60-годов [4]. Объединение образовательной и профессиональной деятельности решает главную проблему образования – это повышение качества практической подготовки специалиста, формирование готовности студента после получения диплома выполнять конкретную работу на предприятии. Участие в образовательном процессе сотрудников профессиональной организации, обучение с использованием материальной базы действующих предприятий позволяет подготовить специалиста, адаптированного к современным условиям профессиональной деятельности. Однако, не смотря на все неоспоримые преимущества такой системы подготовки ее реализация наталкивается на ряд барьеров, необходимость преодоления которых сдерживает развитие и полноценное функционирование базовых кафедр.

Нормативно-правовая база образовательной деятельности за последние десятилетия претерпела значительные изменения, и вузы, создавая базовые кафедры, обязаны отразить в лицензии все адреса, по которым проводятся занятия, заключить договора аренды или иные соглашения о передачи оборудования и предоставлении помещений для проведения занятий. Со стороны предприятия также требуется ряд документов, подтверждающих соответствие передаваемых площадей действующим СНиПам для

ведения образовательной деятельности, подтвердить создание специальных условий для лиц, с ограниченными возможностями здоровья. Требуются немалые временные и финансовые ресурсы для подготовки документов и приведение в соответствие помещений. Также остро стоит проблема формирования штата базовой кафедры с соблюдением всех требований к научно-педагогическим работникам, с учетом остепенности, работы по совместительству и т.д. Совокупность существующих проблем зачастую приводит к тому, что предприятия отказываются от создания базовых кафедр. Следует отметить, что только крупные предприятия имеют ресурсы, позволяющие создавать такие подразделения и обеспечивать условия для их дальнейшего функционирования.

В сфере существующих базовых кафедр так же наблюдаются сложности с их эффективным функционированием. Значительный объем работ, который необходимо выполнять в рамках образовательного процесса [5] требует и квалифицированных кадров, и временных ресурсов. На предприятии обязательно должна быть внедрена гибкая системы стимулирования сотрудников, вовлеченных в образовательный процесс. Далеко не всегда это удается сделать, особенно на промышленных предприятиях. Есть немало примеров, когда созданные формально базовые кафедры не работают полноценно, в лучшем случае на предприятиях проводится производственная практика студентов. Специфика работы научных учреждений, имеющих базовые кафедры, позволяет плавно вводить студентов в научные проекты, привлекая и обучая студентов с младших курсов. Большое число базовых кафедр организовано именно в академических институтах [2].

Молодые специалисты, заканчивающие базовые кафедры, как правило, остаются работать на предприятии. Учитывая то, что кафедры выпускают специалистов по одному направлению, со-временем происходит насыщение кадрами с определенной специализацией. В этом случае, кафедре необходимо подстраиваться под ситуацию на предприятии, варьировать число бюджетных мест, предусматривать трудоустройство выпускников на других предприятиях. Для крупных корпораций, в состав которых входит несколько предприятий такая проблема стоит менее остро. На АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха» (холдинг «Швабе», госкорпорация «Ростехнологии») успешно функционирует две базовых кафедры: «Лазерная техника» Физико-технологического института МИРЭА, «Квантовая электроника» факультета физической и квантовой электроники МФТИ [6]. Ведется подготовка бакалавров и магистров по направлениям «Оптотехника» и «Прикладные математика и физика». На предприятии холдинга «Швабе» АО «ЛЗЭС» функционирует базовая кафедра «Оптические системы и технологии», которая ведет подготовку бакалавров по двум направлениям «Лазерная техника и лазерные технологии» и «Оптотехника» [7]. Успешное функционирование базовых кафедр в холдинге обеспечивается системой мотивации сотрудников к работе со студентами, а также программами поддержки молодых специалистов, которые остаются работать на предприятиях холдинга после окончания вузов, повышают свою квалификацию, в том числе обучаясь в аспирантуре.

Немаловажной задачей для базовых кафедр является обеспечение качественного набора абитуриентов. Часто для молодых людей, ограничение по трудоустройству, возникающие поступления на специализированную кафедру предприятия, является антимотивацией. Задача вузов и предприятий – активная работа по привлечению талантливых школьников, организация привлекательных мероприятий, создание специализированных классов в школах. Такая практика успешно реализуется в Лицее при ТПУ, где под патронажем госкорпораций созданы Газпром-класс, Естественнонаучный класс, IT-класс, Аэрокосмический класс, Энергокласс [8].

Таки образом, для успешного развития института базовых кафедр, как наиболее эффективного инструмента подготовки конкурентоспособных специалистов, готовых после окончания вуза решать профессиональные задачи в наиболее актуальных и востребованных областях науки и техники, необходимы следующие условия: упрощение процедур нормативно-правового регулирования создания и функционирования базовых кафедр; взвешенная стратегия предприятия в области кадровой политики, система поддержки молодых специалистов; наличие системы мотивации сотрудников предприятия к участию в образовательном процессе, к работе со студентами по вовлечению их производственный процесс. Успешное функционирование базовой кафедры может быть достигнуто только в тесной интеграции вузов и предприятий, путем объединения материальной базы и интеллектуального потенциала участников образовательного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 14 августа 2013 г. № 958 «Об утверждении Порядка создания профессиональными образовательными организациями высшего образования кафедр и иных структурных подразделений, обеспечивающих практическую подготовку обучающихся, на базе иных организаций, осуществляющих деятельность по профилю соответствующей образовательной программы» (зарегистрировано в Минюсте России 30 августа 2013 г. № 29819) // Правовая справочно-информационная система «Консультант Плюс».
2. Боровков А.И., Марусева В.М., Рябов Ю.А., Щербина Л.А. Глобальные тренды в инженерном образовании // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Гуманитарные и общественные науки. – 2018. – Т. 9. – № 4. – С. 58–76.
3. Бородавкин В.А., Щеглов Д.К., Охочинский М.Н., Русина А.А. Базовая кафедра предприятия в структуре высшего учебного заведения // Инновации. – 2015. – Т. 203. – № 9. – С. 93–97.
4. Шабанов Г.А. Проблемы создания базовых кафедр вузов // Личность в информационно-образовательном пространстве: ответы на вызовы времени сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции. Российский новый университет. 2018. – С. 277–283.
5. Пашенко О.С., Бахмутский Ю.А., Аверьянова О.С. Базовая кафедра как форма эффективного сотрудничества бизнеса и вуза // Актуальные проблемы экономики и менеджмента: Материалы международной научно-практической конференции магистрантов к 100-летию Финансового университета при Правительстве Российской Федерации. Под ред. В.А. Ковалева и А.И. Ковалева. 2018. – С. 104–108.
6. Образование [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.polyus.info/education/> (дата обращения 22.12.2019).
7. Учебная работа [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://lzos.ru/career/tselevoe-obuchenie/mtu-mirea/uchebnaya-rabota/> (дата обращения 22.12.2019).
8. Лицей при ТПУ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://portal.tpu.ru/lyceum/entrants> (дата обращения 22.12.2019).

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ ТЕОРЕТИКО-ИГРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ю.С. Токарева, М.А. Корякин
Забайкальский государственный университет,
Россия, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30, 672039
E-mail: jtokareva2@mail.ru

PRACTICE-ORIENTED TASKS AS A WAY OF FORMING THE SKILLS OF GAME-THEORETIC MODELING

J.S. Tokareva, M.A. Koryakin
Transbaikal State University, Russia, Chita, Aleksandro-Zavodskaya str., 30, 672039
E-mail: jtokareva2@mail.ru

***Annotation.** Game-theoretic modeling methods, as a special apparatus for solving various practical problems, are widely used in various fields of human activity. One of the effective means of teaching this method is the use of a system of practical and professionally oriented tasks in the learning process. The article explores the need to use practice-oriented tasks in the study of the basic elements of game-theoretic modeling for the formation of innovative components of professional competence of future physicists of a mathematical and technical nature.*

Для принятия рациональных решений, прогнозирования, усложнения технологических и производственных процессов достаточно часто необходимо построение теоретико-игровых моделей процессов и систем окружающего мира, которые требуют использование различных сфер знаний, применение информационных технологий и анализа информации в больших объемах. Метод теоретико-игрового моделирования, как один из ведущих методов, раскрывает широкие возможности для проведения имитационного моделирования рассматриваемых явлений, процессов и систем окружающей действительности и построения прогнозных решений. Быстрый прогресс и развитие прорывных технологий ставят перед обществом задачу по исследованиям в области теоретико-игрового моделирования. В связи с этим, обучение кадров, готовых эффективно использовать элементы теоретико-игрового моделирования в своей профессиональной деятельности, становится важным элементом в подготовке пласта высококвалифицированных специалистов с современными компетенциями [1–3].

В настоящее время в высших учебных заведениях, особенно для обучающихся физико-математической и технической направленности, большое внимание уделяется практико-ориентированной направленности изучения и преподавания математических дисциплин. Практико-ориентированное обучение, прежде всего, осуществляется через решение практико-ориентированных задач. В широком смысле под практико-ориентированными задачами подразумевают задачи, содержание которых находят применение в окружающей нас действительности. Они, в первую очередь, должны быть связаны с формированием практических умений и навыков, необходимых в профессиональной деятельности. Практико-ориентированные задачи с профессиональной направленностью разрабатываются на основе теоретических знаний и практических умений, которые непосредственно или опосредованно связаны с профессиональной деятельностью будущего специалиста. Процесс обучения становится более интересным, поскольку обучающиеся видят практическое применение изученного материала непосредственно в своей будущей профессиональной деятельности [4].

В рамках освоения дисциплин учебных планов ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет» по подготовке специалистов физико-математической и технической направленности, содержание которых направленных на формирование умений и навыков теоретико-игрового моделирования, используется комплекс практико-ориентированных задач. Разработанный комплекс практико-ориентированных задач включает в себя несколько групп. Приведем, в качестве примера, описание некоторых групп задач.

Группа А. Задачи этой группы направлены на формирование умения строить теоретико-игровую модель на основании описания реального явления или процесса. Обучающемуся необходимо изложить представленную ситуацию на языке математики. При построении модели используются такие операции мышления, как анализ через синтез, сравнение, классификация, обобщение, которые способствуют его развитию.

Группа В. Задачи этой группы направлены на формирование умения строить теоретико-игровую модель, проводить ее преобразование, исследование, а также интерпретацию полученных результатов.

Группа С. Примером задачи данной группы комплекса может быть задание, направленное на формирование: навыков составления теоретико-игровой модели, представления о возможностях современных информационных технологий (как стандартных программ, так и специальных математических пакетов) и проведения моделирования с использованием возможностей ЭВМ. Для моделирования возможно использование следующих программ: Excel, Maple, MathCad, Mathematica, MATLAB и других.

Группа D. Задачи данной группы направлены на формирование практических навыков проведения имитационного моделирования с использованием компьютерных технологий. Для выполнения заданий обучающиеся могут понадобиться интегрированные междисциплинарные знания.

Опыт показывает, что планомерная работа по проектированию и решению практико-ориентированных задач, по использованию различных методов в образовательном процессе для формирования навыков теоретико-игрового моделирования в конечном результате дает положительный результат. Таким образом, обучение с использованием практико-ориентированных заданий приводит к более прочному усвоению информации, так как возникают ассоциации с конкретными действиями и событиями. Особенности этих заданий (необычная формулировка, связь с жизнью, межпредметные связи) вызывают повышенный интерес обучающихся, способствуют развитию их любознательности и творческой активности [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Токарева Ю.С., Кононенко Н.В., Холодовский С.Е. Воль элементов теории игр в подготовке обучающихся к будущей профессиональной деятельности // Современный учитель дисциплин естественнонаучного цикла: сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Ишим, 2019. – С. 246–247.
2. Байрамукова С.Р., Мешарова В.Ю. Применение теории игр в науке // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3–3. – С. 361–363.
3. Власов Д.А., Синчуков А.В. Теория игр в системе прикладной математической подготовки бакалавра экономики // Ярославский педагогический вестник. – 2017. – № 3. – С. 112–116.
4. Воронько Т.А. Практико-ориентированные задачи как средство формирования исследовательской деятельности учащихся в процессе обучения математике Наука и школа. – 2015. – №5. – С. 156–160.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ ПО ФИЗИКЕ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ГИА И ВПР

Л.Б. Трифонова

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение средняя
общеобразовательная школа №23 г. Томска
Россия, г. Томск, ул. Лебедева, 94, 634021
E-mail: tlb@mail2000.ru

THE MAIN PROBLEMS OF PHYSICS TRAINING IN SECONDARY SCHOOL BASED ON THE GIA ANALYSIS AND REALLY

L. B. Trifonova

Municipal Autonomous educational institution secondary school No. 23 of Tomsk
Russia, Tomsk, ul. Lebedeva, 94, 634021
E-mail: tlb@mail2000.ru

***Annotation.** The article is devoted to the main problems of training students in physics in high school based on the analysis of state final certification and all-Russian verification work*

Переход на инновационный путь развития страны тесно связан с подготовкой должного количества специалистов инженерно-технического профиля. При решении этой задачи томские вузы сталкиваются с катастрофической нехваткой абитуриентов, сдающих единый государственный экзамен (ЕГЭ) по физике, которая является обязательным предметом для поступления на инженерно-технические специальности. В этой связи необходимо стимулировать поступление школьников в профильные классы с углубленным обучением физике. Дело в том, что ЕГЭ по физике, необходимый для поступления на инженерные и естественнонаучные специальности вузов, рассчитан на профильный уровень обучения. Физика в 10-11 физико-математических классах изучается хотя бы в объеме 5 часов в неделю (что, кстати сказать, соответствует стандарту 60-70 годов). В непрофильных же классах Томска на базовом уровне на неё отводится 2 часа в неделю. А согласно стандарту 2004 года на этом уровне даже не предполагается умения решения задачи.

Для поступления школьников в класс с углубленным изучением физики требуется сдача в 9 класса основного государственного экзамена (ОГЭ) по физике. Тем не менее, нужно заметить, что количество выпускников как основной, так и средней школы, сдающих физику, продолжает снижаться. Отчасти это объясняется увеличением числа школьников, выбирающих для сдачи информатику, поскольку вузы стали активней принимать информатику в качестве вступительного экзамена.

С введением ФГОС основного общего образования в российских школах введены новые требования к результатам обучения, в числе которых и метапредметные. Разработаны и продолжают совершенствоваться новые контрольно-измерительные материалы (КИМ) для диагностики уровня успешности школьников. Так, например, с 2009 года в текстах КИМ встречаются метапредметные задания, проверяющие умение создавать, применять и преобразовывать знаки и символы, модели и схемы для решения учебных и познавательных задач. Подразумевается, что по окончании 9 класса обучающийся сможет переводить сложную по составу (многоаспектную) информацию из графического или формализованного (символьного) представления в текстовое, и наоборот.

В этом году ребята неплохо справились с базовыми заданиями на понимание и анализ экспериментальных данных, представленных в виде таблицы, графика или

рисунка (61–66%). Хорошие результаты по решаемости базовых заданий - на извлечение информации из текста физического содержания (79-94%).

Однако решаемость заданий на применение информации из текста физического содержания составила уже только 52-67%. Не зря такое задание уже относится к заданию повышенного уровня.

Для обучающихся 11-х классов, которые не выбирают физику для сдачи ЕГЭ, проводятся всероссийские проверочные работы (ВПР). Их учащиеся пишут в марте-апреле в своих школах, и они не являются государственной итоговой аттестацией. Работы выполняются по заданиям, разработанным на федеральном уровне, и проверяются по единым критериям. Проверка работ участников ВПР осуществляется в день проведения работы коллегиально учителями школы. По результатам ВПР не принимается никаких решений, влияющих на дальнейшую судьбу ребенка, получение аттестата, перевод в следующий класс, поступление в вуз. Однако результаты ВПР в Томске в 2018 году неутешительны.

Так, в этом году в 11 классе были предложены задания, аналогичные заданиям в 9 классах, проверяющим умение создавать, применять и преобразовывать знаки и символы, модели и схемы для решения учебных и познавательных задач. А именно, графические задания на исследование зависимости изменения длины пружины от приложенной к пружине силы с известными погрешностями измерения длины пружины и силы и определение коэффициента упругости пружины. С этими заданиями справились только 20,69%.

Задачи на извлечение информации из текста, например, о том, что минимальный размер предмета, который можно определить с помощью звуколокации, сравним с длиной волны звука, используемого для эхолокации (21,84%)

Причинами такой ситуации могли быть следующие.

В средней школе (в 10-11 классах) по новым стандартам обучается лишь часть ребят из регионов, вводящих ФГОС среднего общего образования в пилотном режиме. Поэтому направленной работы по достижению метапредметных результатов с этими школьниками не проводилось. Кроме того, как уже было сказано, федеральный компонент государственных образовательных стандартов, введенный в 2004 году и действующий в старшей школе в настоящее время, с введением профильного обучения и предпрофильной подготовки не предусматривает у выпускников средней школы, изучающих физику на базовом уровне, умения решать задач вообще. Предполагалось, что за 2 часа в неделю, выделенных в 10-11 классах на изучение физики, ребята начнут на качественном уровне понимать физические явления и не станут продолжать физическое образование в вузах.

Последняя проблема с введением ФГОС среднего общего образования «должна» быть решена. В требованиях к уровню подготовки в Примерной основной образовательной программе прописано умение решать расчетные задачи с явно заданной физической моделью. На основе анализа условия задачи школьники должны уметь выделять физическую модель, находить физические величины и законы, необходимые и достаточные для ее решения, проводить расчеты и проверять полученный результат. Однако не совсем понятно, как это удастся сделать при тех же двух часах в неделю.

И, наконец, обратимся к государственной итоговой аттестации в форме единого государственного экзамена в 11 классе. На ЕГЭ в 2018 году вызвали затруднения задания, касающиеся потенциала электростатического поля, соединения конденсаторов, пробоя конденсатора, ситуации, связанные с заземлением проводника [3]. Новое задание, посвященное теме «Элементы астрофизики» относится к типу заданий на выбор двух правильных ответов из пяти утверждений. Максимальный

первичный балл за это задание равен 2. Таким образом, добавление дополнительного задания повысило сложность не только по содержанию, но и по типу проверяемых видов деятельности. Следует отметить, что это новое задание было связано с интерпретацией либо диаграммы, либо таблицы. Самые лучшие результаты на ЕГЭ были показаны учащимися в задачах базового уровня сложности на применение законов механики [3].

Большую обеспокоенность продолжает вызывать реализация практической части школьного курса физики: обучение учащихся проведению наблюдений, опытов и измерений физических величин. Успех учащихся при решении заданий такого типа возможен лишь при условии, что в процессе обучения им была предоставлена возможность выполнить все предусмотренные программой лабораторные и практические работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трифонова Л.Б. Анализ результатов ОГЭ - 2019 по физике в Томской области. // Анализ результатов ГИА выпускников 2019 года общеобразовательных организаций Томской области в форме основного государственного экзамена: Информационно-аналитический отчет и методические рекомендации. – Томск: Дельтаплан, 2019. – 223 с.
2. Демидова М.Ю. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2019 года. – М.: Федеральный институт педагогических измерений, 2019 – 30 с.
3. Воронцов А.А. Анализ результатов ЕГЭ- 2018 по физике в Томской области. Анализ результатов Государственной итоговой аттестации выпускников 2018 года общеобразовательных организаций Томской области в форме единого государственного экзамена: Информационно-аналитический отчет и методические рекомендации/ под общ. ред. Е. Н. Стародубовой. – Томск: Дельтаплан, 2018. – 232 с.

К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМНЫХ АСПЕКТАХ ПРОЦЕССОВ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Н.О. Уфа, И.Б. Ардашкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: noshadrina@tpu.ru

THE PROBLEM ASPECTS OF DIGITALIZATION PROCESSES IN EDUCATION

N.O. Ufa, I.B. Ardashkin

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: noshadrina@tpu.ru

***Annotation.** The problematic aspects of digitalization processes in education are identified and evaluated. In particular, there are reduction (loss) of direct contact between subjects of educational activity, replacing/ changing an educational situation for students to a research situation, information overload, information hunger. The need for a balanced approach for using capabilities of digitalization in educational activities is presented and analyzed.*

С каждым годом феномен цифровизации активнее внедряется в систему высшего профессионального образования, тем самым, существенно трансформируя разные детали в традиционном способе подготовки высококвалифицированных специалистов в

различных областях. Цифровые технологии многое меняют в самом процессе обучения. Одна из главных трансформаций связана с тем, что учебная деятельность выходит за рамки лекционных аудиторий. Субъекты образовательного процесса в лице учащихся получают свободу в рамках обучения: у каждого появляется возможность доступа вне зависимости от времени и пространства к информационным ресурсам; кроме того, взаимодействие субъектов образовательной деятельности осуществляется как в синхронном, так и в асинхронном режиме [1]. Именно благодаря цифровым технологиям можно говорить о глобализации образовательного пространства и сферы научных исследований, что в результате способствует повышению академической мобильности [2].

Помимо обозначенных плюсов цифровизации образовательного процесса, можно назвать в качестве таковых еще и возможность выбора индивидуальной образовательной траектории, повышенный уровень комфортных условий для обучения и др.

Но наличие позитивных следствий процесса цифровизации образования не отменяет сопутствующих негативных следствий и рисков, обусловленных этим же процессом. Даже не углубляясь в серьезный анализ, можно сразу же обозначить ряд проблемных аспектов, связанных с процессами цифровизации, и рисков, следующих отсюда же. Например, это утрата (или уменьшение) непосредственного контакта обучаемого и обучающего, подмена образовательной ситуации исследовательской (когда учащийся сам должен найти необходимую информацию, ее освоить и самостоятельно определить степень ее усвоения, что без соответствующих методологических навыков сложно сделать), ситуация информационной перегрузки, обратная ей ситуация информационного вакуума (когда есть «море информации», а нужной вам информации нет) и т.д. Кратко охарактеризуем эти риски в рамках формата тезисов.

В свое время еще Билл Гейтс констатировал: "Перегрузка информацией является достаточно распространенной..." [3]. Суть данной проблемы состоит в том, что количество поступающей информации намного больше, чем объективно возможное для восприятия человеком. Что касается именно образовательного процесса, то, как раз то самое разнообразие форм представления знаний (электронные лекции, библиотеки, MOOC и т.д.) является причиной перегрузки студента. Имея доступ ко многим ресурсам информации, студенту приходится выбирать между качеством своей учебной работы и скоростью ее выполнения. Не имея навыков работы с большими объемами информации, в достаточно короткие сроки продуктивно выполнить задание достаточно сложно. Поиск и отбор подходящих знаний занимает много времени, не оставляя возможности произвести их анализ.

Известно, что рабочая память человека кратковременна, и для того, чтобы информация сохранилась в более долговременной памяти ее необходимо несколько раз повторить. А также, не стоит забывать, что мозг человека хорошо воспринимает однородную информацию, поступающую только в устной или письменной форме (индивидуальные особенности человека) [4]. Поэтому переход полностью на мультимедийный способ предоставления знаний чреват последствиями.

Получается, что первичной функцией современного высшего образования становится «научить анализировать, обрабатывать и фильтровать большое количество информации за достаточно короткий период времени». Причем, тут стоит заметить, что темпы научно-технического прогресса сейчас так высоки, что часто информация, которую студент изучает в данный момент, будет являться устаревшей, когда он приступит к выполнению своих трудовых обязанностей, как специалист. Так, прорисовывается еще одна особенность образования сегодня: всегда быть «в курсе», постоянно интересоваться тенденциями развития профессиональной сферы.

Парадоксально, но из-за той же информационной перегрузки существует прямо противоположная проблема – проблема нехватки информации, так называемый информационный голод. Многие педагоги обращают внимание на частое заимствование информации без проверки на точность и достоверность, а уж тем более – осознания. «Клипное образование» оказалось не столь эффективным. Данная проблема имеет универсальный характер: она появляется при решении, как частных, так и общих вопросов.

Уменьшение личного общения субъектов образовательного процесса часто влечет за собой снижение уровня подготовки студента. Это объясняется отсутствием многозначности объяснений от преподавателя и психолого-педагогической адаптации изучаемого материала [4, 5]. Сложность теории сразу разбирается на практике под чутким контролем педагога. Не всегда самостоятельная работа студента может послужить качественному формированию нужного навыка. Поэтому полностью исключить лекционные занятия не считается возможным. Задача преподавателя – сориентировать своих студентов в огромных объемах информации.

Однако, чтобы университетам не потерять свою исключительную роль в подготовке специалистов, необходимо очень гибко и быстро перестраивать систему образования, а именно целенаправленно заниматься повышением качества цифровой культуры педагогического состава.

Это, конечно, далеко не полный анализ проблемных аспектов цифровизации, но и такого беглого взгляда достаточно, чтобы понять важность взвешенного подхода к изучению рассматриваемых процессов в образовании, примером чего данные тезисы и являются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мавлютова Г.А. Цифровизация в современном высшем учебном заведении // Экономическая безопасность и качество. – 2018. – № 3. – С. 5–7.
2. Роберт И.В. Развитие информатизации образования на основе цифровых технологий: интеллектуализация процесса обучения, возможные негативные последствия // Наука о человеке: гуманитарные исследования. – 2017. – № 4 (30). – С. 65–71.
3. Гейтс Б. Дорога в будущее. М.: Изд. отд. «Рус.ред.» ТОО «Channel Trading Ltd.», 1996. – 312.
4. Стрекалова Н.Б. Влияние информационных технологий на качество учебного процесса // Известия Самарского научного центра РАН. Социальные, гуманитарные, медико – биологические науки. – 2017. – № 6. – С. 48–52.
5. Воевода Е.В. Интернет-технологии в обучении иностранным языкам // Высшее образование в России. – 2009. – № 9. – С. 110–114.

APPROACH FOR INDEPENDENT SCIENTIFIC ARTICLE WRITING IN ENGLISH

D.A. Shkitov

Scientific Supervisor: I.V. Slesarenko, PhD
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, 30, Lenin Ave., 634050
E-mail: shkitovda@tpu.ru

ПОДХОД ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО НАПИСАНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

Д.А. ШКИТОВ

Научный руководитель: И.В. Слесаренко, к.п.н.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: shkitovda@tpu.ru

***Annotation.** This paper discusses the strategies for writing research paper. The experience acquired by TPU research fellow is presented. The studies have been conducted and the paper is prepared within TPU in-house professional enhancement programme “Activating online independent learning strategies for English”.*

The main topic of this work is related to the approach for independent studies in the field of research writing. During the studies within TPU professional enhancement programme [1] the attempt was undertaken to analyze the approaches that I use when writing scientific articles in English in the field of my scientific interests. This work is the slightly expanded and revised version of one of the final paper chapters [2], which contains the practical description of how to work independently. The materials presented here are the result of my brief analysis of the examples of work and strategies for research article writing including those based on my own experience.

Let us suppose that I want to start writing an article in English in my field of scientific interest. Commonly every article contains a piece of new information. Then you have to work on some new knowledge. First what I do when starting to write an article is to read some number of other research articles within the topic related to mine and write out words and short phrases that are new for me. The result of this activity is the list of unfamiliar words with their translation. The main objective is to gather new vocabulary and grasp new ideas.

Further I start directly to write my own research article in English. Of course preliminary knowledge and skills both in language and in writing research articles is required during this stage. I often use recently published articles as an example of the structure, sentence construction, etc. As a rule, it is the article not older than 2-3 years, if available. I am used to writing the text in English directly avoiding production of intermittent versions in native language for further translation. This is presumed to be the core strategy for research writing in English.

If I see that I can express my thoughts right away in English I do it. Usually I write texts using Word Office. In order to correct the words I often apply Word Office prompt. It helps to correct the wrong writing and with time it enables to develop writing habits, sense of the language thus making the writing right.

When I write a paragraph, I use online translator [3] to check the translation into Russian. At the same time I try to perform more exact word search for synonyms and/or equivalents. This is another strategy for research writing. For example, for this purpose it may be Cambridge dictionary [4] or other dictionary including those online. Also this site is helpful in order to read the right transcription and hear the right pronunciation.

If I cannot express my thoughts, I write a piece of text in Russian. Then I translate it from Russian into English using online translator (usually the same [3]) and preliminary edit the English version into more or less readable form. Also I use Google search [5] quite often and life hack with quotes [6] to find out the frequency of the use for different phrases in order to make a decision which one I will use further. This activity embodies another strategy of working with online resources and language.

If a research article is co-authored, it is rather convenient to use joint online platform. There are many. But for coding in LaTeX, which is often used for scientific articles, we chose the one [7]. This platform provides the opportunity to write and edit text simultaneously with other authors. Also we may use chat in order to discuss some of the text bits that require explanation and clarify the nuances of the article.

What's next? We have more or less final version of the article. Then I send the manuscript to my colleague and ask him to read and send back the reply and/or comments. It may be not only one colleague. After that it is very useful to work on colleague's remarks to improve the article language, structure. Next step is that, not always but sometimes, I send the manuscript to a licensed translator. And he/she checks for errors or offers to paraphrase some sentences in the text. These are activities within proofreading stage of scientific article writing.

In principal these are the stages of my personal approach to how to write an article in English. Note that this description is associated only with writing in English and is not related to how to plan, analyze, simulate and conduct an experiment for the research itself. Also note that the topic of this work is linked with one of the TPU Program of Competitiveness Enhancement goals – replication of the best academic and engineering practices. The scientific papers authored by me and published confirm the efficiency of the approach discussed.

REFERENCES

1. Education courses Available at: <http://web.tpu.ru/webcenter/portal/otvpo/page13/page19> (Retrieved 27.12.2019).
2. Shkitov D.A. Strategies for independent studies: Final paper. – Tomsk:TPU, 2019. – 9 p.
3. Google Translate. Available at: <https://translate.google.ru/> (Assessed 27.12.2019).
4. Cambridge Dictionary. [Electronic version] – Available at: <https://dictionary.cambridge.org/> (Assessed 27.12.2019).
5. Google. Available at: <https://google.ru/> (Assessed 27.12.2019).
6. Hindy J. 20 Google Search Tips to Use Google More Efficiently. Available at: <https://www.lifehack.org/articles/technology/20-tips-use-google-search-efficiently.html> (Assessed 27.12.2019).

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
ПРОЦЕССА ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ
УНИВЕРСИТЕТА ДИСЦИПЛИНАМ, СВЯЗАННЫМ С ЭКОЛОГИЕЙ**

С.В. Шошин

Саратовский национальный исследовательский государственный университет
им. Н.Г. Чернышевского, Россия, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83, 410012

E-mail: serguei8@mail.ru

**SOME FEATURES OF THE ORGANIZATION OF THE EDUCATIONAL PROCESS
IN TEACHING FOREIGN STUDENTS OF THE UNIVERSITY TO DISCIPLINES
RELATED TO ECOLOGY**

S.V. Shoshin

Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky,
Russia, Saratov, st. Astrakhan, d. 83, 410012

E-mail: serguei8@mail.ru

***Annotation.** As a result of the development of globalization processes in Russian universities, the number of foreign students is growing. Particular attention should be paid to students who arrived in Russia from the Arab states. Teaching such students environmental disciplines often proves to be appropriate taking into account comparisons with the values of the Islamic religion. Here, the author proposes an innovative algorithm for solving educational problems. Important with this approach is the independent work of such foreign students. Original questions in such an activity may arise when searching for literature sources.*

Личный опыт автора, на протяжении нескольких лет принимавшего участие в разработке рабочих программ целого ряда учебных дисциплин, связанных с экологической проблематикой, преподавание которых осуществляет в том числе и лично, в институте химии, биологическом факультете, факультете нано- и биомедицинских технологий, географическом факультете, геологическом факультете, институте искусств СНИГУ им. Н.Г. Чернышевского, позволяет сформулировать некоторые предложения, которые, возможно, смогут вызвать интерес при ведении дальнейшей методической работы. Учитывая многочисленные проявления процессов глобализации, даже в провинциальном университете сегодня имеется значительное число иностранных студентов, прибывших, в том числе и из арабских государств. При осуществлении образовательной деятельности с участием подобных иностранных студентов, на наш субъективный взгляд, стоит в максимальной степени учитывать присущую подобным обучающимся лицам высокую степень следования канонам ислама. В такой деятельности важную роль способна сыграть ее двусторонность. Процесс обучения в указанных образовательных кейсах оказывается обоюдным. Прежде, в период подготовки педагогов как в рамках специалитета, так и аспирантуры, не уделялось столь пристального внимания анализу и исследованию всего многообразия проявлений тематики Корана. В частности, в рамках сугубо философских тем, данный сегмент человеческой мысли был проанализирован многими отечественными учеными не слишком глубоко. Сегодня, в изменившихся условиях, представляется целесообразным обратить особое внимание российских педагогов, при организации учебно-методической работы с иностранными студентами, прибывшими в Россию из арабских государств, на актуальность внимательного изучения текста Корана. В современных условиях для этого имеются все условия. Наряду с многочисленными печатными изданиями, доступными практически в любом населенном пункте, не говоря уже об университетских библиотеках, сейчас текст

Корана свободно доступен и в сети Интернет [1]. Интерес способен вызвать и факт признания некоторых переводов Корана (в прошлом) запрещенными на территории России. Порой, оказывается возможным проследить целый сегмент общественных отношений, касающихся связей норм российского права, морали, философии, теологии. Многие студенты, прибывающие на обучение в российские высшие учебные заведения из арабских государств, изучали в прошлом периоде образовательной деятельности нормы, содержащиеся в тексте Корана, на его оригинальном языке.

С учетом творческого подхода, свойственного многим таким иностранным студентам, значительные положительные результаты (особенно по магистерским программам обучения) получаются при разработке (подготовке) ими докладов (сообщений) и последующих публичных выступлениях с ними не только перед аудиторией коллег по студенческой группе, но и перед потоком студентов, на котором они учатся. При наличии соответствующего желания со стороны подобного иностранного студента можно признать целесообразным рекомендовать участие подобного выступающего в работе научных конференций, регулярно проводимых факультетом. Здесь стоит отметить, что в соответствующей факультетской документации официально предусмотрено наличие у каждого успешного выпускника магистерской программы юридического (в частности) факультета СНИГУ им. Н.Г. Чернышевского минимум двух публикаций, подготовленных в период обучения на факультете. Для осуществления своеобразного внешнего контроля за качество такой научной работы не только полный текст указанных студенческих работ индексируется в РИНЦ, но и отметка о них содержится и в автореферате магистерской диссертации, обязательно размещаемом в свободном доступе в сети интернет на сайте Зональной научной библиотеки СНИГУ им. Н.Г. Чернышевского после ее публичной защиты. Эта информация находит свое отражение и, непосредственно, в тексте самой магистерской диссертации. Выпускники, порой, сами ходатайствуют о размещении полных текстов их магистерских работ в сети Интернет, мотивируя это потребностями работодателей.

Для привлечения внимания обучающихся в университете иностранных студентов, в том числе и прибывших из арабских государств, к анализу проблем связи норм, содержащихся в Коране, с экологической проблематикой, автором подготовлены и публично доложены несколько работ, связанных с указанным сегментом общественных отношений [2].

В результате творческого анализа ценностей религиозных учений, порой, создается инновационная база для комплексного изучения разнообразных проявлений экологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Священный Коран [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://quran-online.ru/> (дата обращения: 26.12.2019).
2. Шошин С.В. Экологическая этика ислама// Правовые институты и методы охраны окружающей среды в России, странах СНГ и европейского союза: состояние и эффективность: материалы III Международной научно-практической конференции преподавателей, практических сотрудников, студентов, магистрантов, аспирантов. ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского». – Саратов, 2017. – С. 129–133.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА МЕЖДУНАРОДНОГО
НАУЧНО- ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА «УРАНОВАЯ ГЕОЛОГИЯ»
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ МАГИСТРОВ ПРОФИЛЯ «ГЕОЛОГИЯ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТРАТЕГИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОВ»**

Е.Г. Язиков, Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: yazikoveg@tpu.ru

**USING THE RESOURCE POTENTIAL OF THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND EDUCATIONAL CENTER "URANIUM GEOLOGY" FOR TRAINING
MASTERS IN THE PROFILE "GEOLOGY OF STRATEGIC METALS DEPOSITS»**

E.G. Yazikov, L.P. Rikhvanov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: yazikoveg@tpu.ru

***Annotation.** A brief historical background of training specialists in the field of uranium geology for the country is presented. In 2008, the international scientific and educational center «Uranium Geology» was opened at Tomsk Polytechnic University. The center has a modern laboratory base and a unique collection of uranium ores and minerals of rare and radioactive elements, which allows for high-quality training of masters in the profile «Geology of deposits of strategic metals».*

Международный научно-образовательный центр подготовки специалистов в области урановой геологии для развития ядерной энергетики создан в 2008 году на базе кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ, которая ранее под названием кафедра геологии и разведки руд редких и радиоактивных элементов с 1954 года на протяжении 35 лет готовила специалистов для Первого Главка Министерства Геологии СССР (организатор и первый заведующий – член-корреспондент АН СССР Ф.Н. Шахов).

Первый выпуск горных инженеров-геологов по урановому профилю состоялся в 1956 году. В 1957 году было сделано два выпуска: первый – в феврале, второй – в декабре. Стране требовались специалисты - уранщики. Всего по состоянию на 01.08.1997 год кафедрой подготовлено 756 специалистов при приёме студентов 25 человек в год. Пятнадцать выпускников стали докторами наук. Дипломы первооткрывателя месторождений получили 35 выпускников и 4 сотрудника кафедры. Многие выпускники за выдающиеся успехи в работе награждены орденами и медалями, в том числе двое – высшей наградой СССР - орденом Ленина (В.А. Шлейдер, В.С. Чечеткин). Лауреатами Государственной премии СССР стали сотрудник кафедры Вьюнов Ф.И. и её выпускники: В.А. Шлейдер, Н.И. Рубанов, В.А. Медведев.

К сожалению, события 90-х годов, приведшие к распаду СССР, привели к закрытию в 1995 году подготовки специалистов в области урановой геологии. Инициатива создания Центра по подготовке специалистов по урановой геологии принадлежит компании «БАЗЭЛ», менеджеры которой (В.Г. Язиков, Ф.К. Мурашов и др.) в начале 2007 года остановили свой выбор по подготовке специалистов для урановой энергетики на Томском политехническом университете.

Возобновление подготовки специалистов обусловлено острой потребностью в них государственных и частных компаний, работающих в уранодобывающей отрасли (ФГУП «Урангео», НАК «Казатомпром» и др.). Томский политехнический университет был выбран на конкурсной основе как базовый ВУЗ для подготовки специалистов для урановой отрасли. Этот проект реализовывался также в рамках инновационной

образовательной программы (ИОП) Томского политехнического университета в качестве развития в университете опережающей подготовки элитных специалистов и команд профессионалов мирового уровня по приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий, удостоенной гранта Минобрнауки РФ по приоритетному национальному проекту «Образование».

Исключительными профессиональными компетенциями выпускника данной программы являются: 1) поиски, разведка, геолого-экономическая оценка и разработка месторождений радиоактивного сырья; 2) создание модели месторождения; 3) получение новой минералого-геохимической информации с использованием современных ядерно-физических методов, в том числе на базе ядерного реактора.

Подготовка специалистов по урановому направлению осуществляется с использованием уникального современного оборудования (альфа- и гамма-спектрометры, оптические микроскопы с системой визуализации, а также японский сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400N, имеющий разрешение 10 нм с системой энергодисперсионного микроанализа) и программных комплексов, приобретенных в Центр при реализации программы ИОП.

В подготовке специалистов для урановой отрасли задействована ядерно-геохимическая лаборатория, размещенная на площадях исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета, которая активно используется как современный инструмент подготовки специалистов для урановой геологии и проведения научных исследований в области разработки радиогеохимических методов прогнозирования и поисков руд редких и радиоактивных элементов, для комплексной оценки месторождений на содержание ценных (золото и др.) и токсичных (мышьяк и др.) элементов. Аналогов подобных лабораторий в России нет.

Для организации учебного процесса по подготовке специалистов для урановой отрасли используются уникальные коллекции минералов и руд различных типов урановых и редкометалльных месторождений бывшего СССР, которые хранятся в специально оборудованном хранилище общей площадью 20 м². Этот коллекционный фонд насчитывает около 1000 образцов (аналогов в России нет).

Подготовка магистров по направлению «Геология» - профиль «Геология месторождений радиоактивного сырья» на кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ, с использованием материальной и научно-методической базы международного научно-образовательного центра «Урановой геологии», начата в 2008 году. В настоящее время выпускники данного профиля работают в компаниях «Русбурмаш», ОАО «Приаргунский ГХК», ОАО «Далур», НАК «Казатомпром» и др.

В связи с принятием государственной программы (№ 2539-р от 27 декабря 2012 года) «Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности» (подпрограмма «Технологии редких и редкоземельных металлов») в Томском политехническом университете с 2014 года открылся новый профиль магистратуры «Геология месторождений стратегических металлов» в рамках направления «Геология», который расширяет области подготовки специалистов с учетом геологии месторождений радиоактивных, редких и редкоземельных элементов. Обучение ведется как на бюджетной форме обучения, так и на платной основе.

Наряду с подготовкой магистров, также осуществляются курсы повышения квалификации, стажировки и переподготовка специалистов (400 часов) в области урановой геологии по очно-заочной форме с учетом дистанционных методов обучения.

С 2020 года в Томском политехническом университете стартует сетевая программа обучения совместно с КазНИТУ им. К.И. Сатпаева по профилю магистратуры «Геология месторождений стратегических металлов» с получением дипломов двойного образца.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Язиков Е.Г., Рихванов Л.П. Подготовка специалистов в области урановой геологии на базе международного научно-образовательного центра Томского политехнического университета // Актуальные проблемы урановой промышленности: Сборник трудов IX Междунар. научно-практической конференции. – Алматы, 2019. – Т. 2. – С. 425–427.

ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД К ПРЕПОДАВАНИЮ СХЕМОТЕХНИКИ АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ В ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЙ СРЕДЕ NI ELVIS

П.Ф. Баранов, С.В. Силушкин, Э.И. Цимбалист, А.С. Гордынец
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: bpf@tpu.ru

INTEGRATIVE APPROACH TO TEACHING OF THE CIRCUIT DESIGN OF ANALOG ELECTRON DEVICES IN THE NI ELVIS PLATFORM

P.F. Baranov, S.V. Silushkin, E.I. Tsimbalist,
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: bpf@tpu.ru

***Annotation.** Today's experts need skills to work with electron devices. Students carried out experiments to solving the real engineering problems connected with design and operation of electron devices in labs. However, shortage of laboratory equipment, its high cost and a lack of laboratory technicians for service and assistance decrease the quality of the laboratory work. On the other hand, modern education more and more use of Web resource. Virtual laboratories have their advantages, but student as a rule lost sense of reality even when at the physical experiment. Effective solutions of efficiency and quality of laboratory classes can be found with means of virtual instruments, which can be accessed through the Web or directly in the university. The paper is devoted to study the new paradigm of electron devices training based on physical experiments in the virtual instrumentation system. An overview of approaches to teaching and learning of electronic disciplines is presented. The approach based on the Elvis platform of National Instruments D&D. The experimental device is easy to design, it is relatively inexpensive and has a good pedagogical impact.*

Стратегическое направление деятельности Национального исследовательского Томского политехнического университета как организации, главная задача которой – проведение научных исследований и обучения студентов на этой основе, влечёт за собой изменение приоритетов в методологии обучения: вовлечение каждого студента в разработки и исследования. В практику преподавания дисциплин все чаще входит замена от классических лекций в аудиториях на занятия в научных лабораториях. Таким образом образовательный процесс строится не только на чтении литературных источников, но и заставляет студентов выполнять задания и получать реальные результаты. Это может быть и повторение студентом уже известного знания и получение нового. Для этого необходимы различные экспериментальные устройства с высоким дидактическим и мотивационным воздействием, простые в использовании и, если возможно, недорогие. Необходимо также учитывать, что у современного студента ещё со школы сформировано компьютерное мышление, следствием которого является то, что реальный физический эксперимент уже воспринимается как чудо.

Сильное влияние компьютерных технологий на современное общество, разработка и производство аппаратно-программных средств управления, автоматизации, диагностики и моделирования приводит к виртуализации инженерного образования. К этому добавляется недостаток лабораторного оборудования, его высокая стоимость и нехватка лаборантов для обслуживания. Объективное снижение качества обучения при этом не является очевидным, хотя ряд исследователей уже отмечают это [1–3]. С другой стороны, широкое использование сетевого ресурса на всех стадиях жизненного цикла разработки изделий сокращает время освоения новой техники и выхода продукции на рынок. В силу финансовых ограничений лабораторная и экспериментальная база университетов морально и физически устаревает, а быстрое обновление современной техники требует от университетов непрерывно адаптироваться к запросам промышленности. Реальная лабораторная и экспериментальная база не в состоянии поддерживать учебный процесс на должном уровне.

Ряд исследователей в этой связи видят единственный выход из создавшегося положения в переходе к идеологии виртуальных лабораторий. Мировая вузовская практика подтверждает усиливающуюся тенденцию продвижения виртуальных технологий в учебный процесс. В работе [4], например, сетевой ресурс используется для обучения технологии и технике связи. Там же дан хороший обзор сетевых лабораторий. В противоположность этому в работе [5] пропагандируется современный экспериментальный стенд под управлением LabVIEW. В работе [6] авторы считают, что виртуальная лаборатория не должна быть прямой заменой реальной и должна служить дополнением физическим лабораториям в учебном плане. Поэтому среди ожидаемых результатов обучения студентов важно предусмотреть компетенции, связанные с работой на современных аппаратно-программных средствах, в том числе, с использованием технологии виртуальных приборов.

Оборудование компании National Instruments, поддерживающее технологию виртуальных приборов аппаратно, сопровождается соответствующей программной средой LabVIEW, что позволяет модернизировать учебные лаборатории ТПУ программно-перестраиваемым измерительным оборудованием. Платформа NI ELVIS обладает функциональными возможностями набора привычных измерительных приборов. Среда графического программирования LabVIEW обеспечивает создание требуемых для эксперимента виртуальных измерительных приборов различного назначения.

Рабочая станция, плата сбора данных и компьютер (рисунок 1) оперирует не с виртуальными, а с реальными физически существующими объектами радиоэлектроники и позволяет экспериментировать с реальными сигналами, что выгодно отличает ее от виртуального моделирования.

Исследуемые элементы схем аналоговой радиоэлектроники размещены на специально разработанной авторами плате, которая устанавливается на станции ELVIS (рисунок 2).



Рис. 1. Внешний вид лабораторной установки



Рис. 2. Плата со схемами аналоговой радиоэлектроники на станции ELVIS

На плате расположены монтажные гнезда, соединённые с входами и выходами всех виртуальных измерительных приборов станции NI ELVIS, и радиоэлементы. Соединяя их перемычками, можно получать различные схемы аналоговой электроники, как рекомендованные для лабораторных работ, так и выбранные студентом самостоятельно.

Основное отличие данной разработки – проведение физического эксперимента и получение действительных характеристик исследуемых элементов и схем. Весь цикл работ выполняется на реальном оборудовании, а не моделируется.

Для обеспечения лабораторного цикла по общетехнической дисциплине «Электроника» разработано методическое обеспечение [7]. В этом пособии комплексно решён ряд вопросов создания информационной образовательной среды обучения. В частности, студент имеет возможность выбора тематики лабораторной работы из цикла работ и выбора для исследований набора схем в каждой из работ. Каждый студент имеет персональное рабочее место, что позволило уйти от бригадной технологии проведения работ, написания и защиты отчёта. Пособие опубликовано в университетской интрасети, что позволяет подготовиться к работе, уяснить её цели и задачи, изучить принцип работы принципиальных схем в предполагаемом эксперименте, изучить методики измерения требуемых характеристик и параметров. Идеология виртуальных приборов может использоваться как для подготовки бакалавров, так и магистров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Magdalena R., Serrano A.J., Martn-Guerrero J.D., Rosado A., Martinez M.. A Teaching Laboratory in Analog Electronics: Changes to Address the Bologna Requirements // IEEE Transactions on Education. – 2008. – vol. 51. – no. 4. – Pp. 456–460.
2. Бабина О.И., Дюмин Н.Ю., Исмаилова Л.Ю., Стукач О.В. и др. Информационные системы и технологии: монография. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2011. – 156 с.
3. Стукач О.В., Баранов Д.В. Использование статистических методов для оценки качества подготовки разработчиков программного обеспечения / Интеллектуальные системы в управлении, конструировании и образовании: материалы конференции. – Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2005. – С. 232–238.
4. Gampe A., Melkonyan A., Pontual M., Akopian D.. An assessment of remote laboratory experiments in radio communication // IEEE Transactions on Education. – 2014. – vol. 57. – no. 1. – Pp. 12–19.
5. Zhan W., Porter J.R., Morgan J.A.. Experiential learning of digital communication using LabView // IEEE Transactions on Education. – 2014. – vol. 57. – no. 1. – Pp. 34–41.
6. Koretsky M.D., Amatore D., Barnes C., Kimura S.. Enhancement of student learning in experimental design using a virtual laboratory // IEEE Transactions on Education. – 2008. – vol. 51. – no. 1. – Pp. 76–85.
7. Цимбалист Э.И., Силушкин С.В. Исследование аналоговых схем в программно-аппаратной среде NI ELVIS: учебное пособие по электронике – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 266 с.

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

А. В. Прохоров, С. А. Никифоров, Е. А. Цыденов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: antonprokhorov@tpu.ru

PROFESSIONAL TRAINING FOR ELECTRIC POWER INDUSTRY IN DIGITALIZATION ERA

A. V. Prokhorov, S. A. Nikiforov, E. A. Tsydenov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: aipush@mail.ru

***Annotation.** The experience of cooperation between Tomsk Polytechnic University and the System Operator of the United Power System in development and implementation of master programs ensuring interdisciplinary competences in power engineering and information technologies is described.*

В настоящее время существует множество различных толкований термина «цифровая энергетика», в качестве наиболее устоявшегося можно привести следующее «совокупность производственных и экономических отношений в отрасли, построенных на новых принципах за счет использования информационно-коммуникационных технологий» [1].

Представляется логичным, что в отсутствие сформировавшихся моделей экономических отношений и новых производственных принципов, ключевыми словами, определяющими базовую составляющую профессиональной подготовки специалистов для цифровой энергетики, являются информационные технологии (ИТ). При этом отрасль в целом не предъявляет конкретных требований к компетенциям таких специалистов. Однако, принимая во внимание, что речь идет о цифровизации электроэнергетики, можно заключить, что основной остается профессия электроэнергетика, однако, специалисты данной профессии должны обладать новыми «цифровыми» компетенциями, связанными с применением ИТ.

Для подготовки междисциплинарного специалиста в условиях существующей трехуровневой системы высшего образования «бакалавриат-магистратура-аспирантура» требуется разработка эффективных моделей сквозной образовательной траектории «бакалавриат-магистратура». В рамках такой траектории необходимо определить оптимальное соотношение между компетенциями выпускников в области электроэнергетики и в области ИТ. На рисунке 1 в качестве примера приведены два варианта образовательных траекторий и соответствующие им структуры образовательных программ бакалавриата и магистратуры, разработанные и апробированные в ТПУ.

Вариант 1 был апробирован при разработке и реализации совместно с АО «СО ЕЭС» образовательной программы «Автоматизированные системы диспетчерского управления электроэнергетических систем» («АСДУ ЭЭС») в рамках направления 13.04.02 в период с 2012 по 2018 год. Учебный план образовательной программы включал практически в равных долях дисциплины, касающиеся ключевых аспектов деятельности технологического функционального блока (ТФБ) АО «СО ЕЭС», а также дисциплины в области ИТ, что обеспечивало у выпускников базовый набор компетенций, необходимых для работы в службе автоматизированных систем диспетчерского управления (САСДУ) блока информационных технологий (БИТ). Как показал опыт реализации данной образовательной программы, сформированного

набора компетенций было достаточно не только для начала работы в САСДУ, но и для быстрого профессионального и карьерного роста выпускников внутри БИТ. Однако в части готовности к работе в подразделениях ТФБ, выпускники программы «АСДУ ЭЭС» в большинстве случаев уступали выпускникам второй образовательной программы, реализуемой в интересах АО «СО ЭЭС» – «Управление режимами электроэнергетических систем» («УР ЭЭС»).

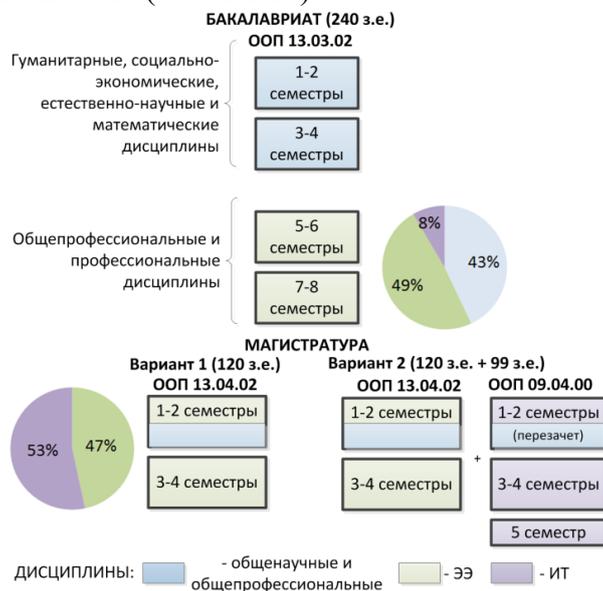


Рис. 1. Образовательные траектории, обеспечивающие формирование компетенций в области ИТ у выпускников образовательных программ по электроэнергетике

Стремительное развитие ИТ инфраструктуры компании определило рост потребности в молодых специалистах, обладающих междисциплинарными профессиональными компетенциями, в равной степени готовых работать в БИТ и ТФБ. Для удовлетворения спроса в таких специалистах была разработана и в 2018 году открыта для набора траектория (Вариант 2, рисунок 1), предполагающая одновременное освоение двух образовательных программ – «Управление режимами электроэнергетических систем» в рамках направления 13.04.02 (реализуется в ТПУ с 2008г.) и «Информационные технологии в электроэнергетике» («ИТ ЭЭС») по направлению 09.04.03 «Прикладная информатика».

Важным вопросом в работе над новой образовательной программой является формирование достаточно простых внутренних критериев качества, позволяющих принимать оперативные решения по её совершенствованию.

Кроме того, как показывает имеющийся опыт, для обеспечения качества подготовки необходима высокая степень готовности преподавательского состава к непрерывному самосовершенствованию, так как для эффективной реализации программы от преподавателя профильных дисциплин часто требуется системный взгляд на уровне бизнес-процессов не только отдельной компании, но и отрасли. При этом крайне важным является обучение с использованием реальных информационных систем, эксплуатируемых в компании.

Другим немаловажным условием является наличие сильных связей «преподаватель – студент – специалист-куратор компании», что требует высокой степени вовлеченности работодателей, студентов и выпускников в процессы реализации образовательной программы.

Однако для того чтобы обеспечить удовлетворенность и вовлеченность всех заинтересованных сторон, структура и содержание образовательной программы должны обладать «гибкостью», обеспечиваемой в рамках механизмов совершенствования.

Совокупность ожиданий всех стейкхолдеров, а также вызовы, связанные с уровнем подготовки абитуриентов, можно рассматривать как внешние, зачастую противоречивые факторы, определяющие необходимость адаптации образовательной программы для обеспечения её качества. В случае программы «ИТ ЭЭ» принята модель адаптации, представленная на рисунке 2.

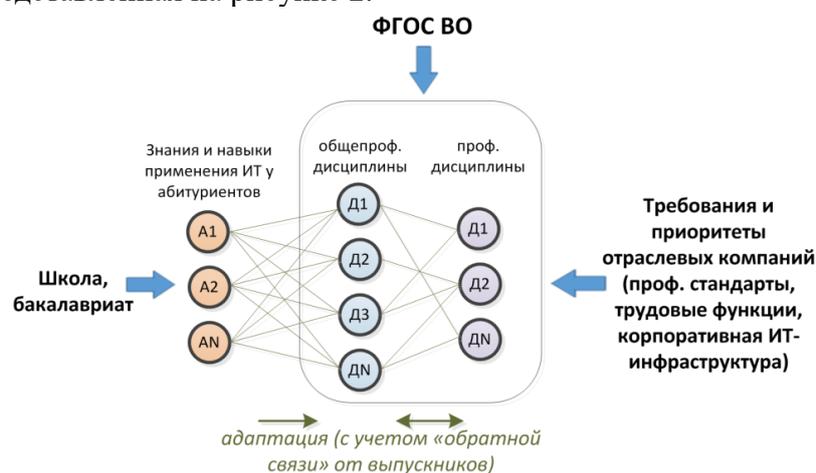


Рис. 2. Модель адаптации образовательной программы к внешним факторам

Одним из основных факторов, определяющих базовые требования к образовательной программе, в том числе, её структуре, составу универсальных и общепрофессиональных компетенций, а также временным ресурсам является Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО).

Требования к содержанию профессиональных дисциплин образовательной программы и профессиональным компетенциям, согласно актуальной редакции ФГОС ВО, должны устанавливаться совместно с ведущими работодателями отрасли (в нашем случае АО «СО ЕЭС»). Однако для обеспечения соответствия требованиям работодателей структура и содержание программ подготовки должны эволюционировать в соответствии с вызовами отрасли и развитием прикладных ИТ. Ярким примером данного утверждения является стремительное развитие оперативно-информационного комплекса АО «СО ЕЭС» от СК-2007 до платформы СК-11 и дальнейшая интеграция на её основе всех ключевых информационно-управляющих систем, что требует непрерывного развития содержания образовательной программы, материально-технической базы, повышения квалификации преподавателей. В настоящий момент повышение квалификации реализуется путем постоянного взаимодействия преподавателей, студентов и специалистов АО «СО ЕЭС» в процессе реализации образовательной программы, а также взаимодействия с компаниями-разработчиками корпоративного программного обеспечения, используемого в учебном процессе, например ЗАО «Монитор Электрик», участия преподавателей в программах повышения квалификации, организованных АО «СО ЕЭС».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Холкин Д. Цифровая энергетика: что это такое? [Электронный ресурс] – URL: <http://digitalsubstation.com/blog/2018/08/08/tsifrovaya-energetika-cto-eto-takoe/> (дата обращения 11.12.2019).

2. Матвеев А. С., Шестакова В. В., Прохоров А. В. Задачи профессиональной ориентации в условиях изменения образовательной системы бакалавриата на примере Томского политехнического университета // Электроэнергетика глазами молодежи: материалы IX международной молодежной научно-технической конференции. – Казань, 2018. – Т. 1. – С. 69–72.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НЕБОЛЬШОЙ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЖЕСТОВ

Т.Е. Мамонова, Д.А. Булыгин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: stepte@tpu.ru

SMALL ARCHITECTURE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK STUDY FOR GESTURE RECOGNITION

T.E. Mamonova, D.A. Buligin

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: stepte@tpu.ru

Annotation. Currently, more research is aimed at solving problems using computer vision and artificial intelligence. Most frequent are solutions and approaches using gesture recognition based on infrared sensors or neural networks. The relevance of the subject matter is due to the possibility of applying the proposed approach for managing the operation of objects without tactile contact and voice identification of commands, as well as its simplicity from the point of view of the end-user. This paper proposes a proprietary convolutional neural network architecture to solve gesture classification. The accuracy of the network operation was evaluated depending on the distance between the camera and the hand, as well as depending on the complexity of the gesture.

Распознавание жестов играет важную роль во взаимодействии человека с машиной из-за его естественного и дружественного семантического выражения. Для использования этой технологии, машины должны быстро и точно их определять, чтобы пользователи чувствовали себя комфортно и были готовы взаимодействовать с машинами.

Для увеличения быстродействия предложен алгоритм, в основе которого находится сверточная нейронная сеть с небольшой архитектурой. Основой свёрточной нейронной сети являются слои свёртки [1]. Сверточные нейронные сети обеспечивают частичную устойчивость к изменениям масштаба, смещениям, поворотам, смене ракурса и прочим искажениям. Общая топология изображена на рисунке 1.

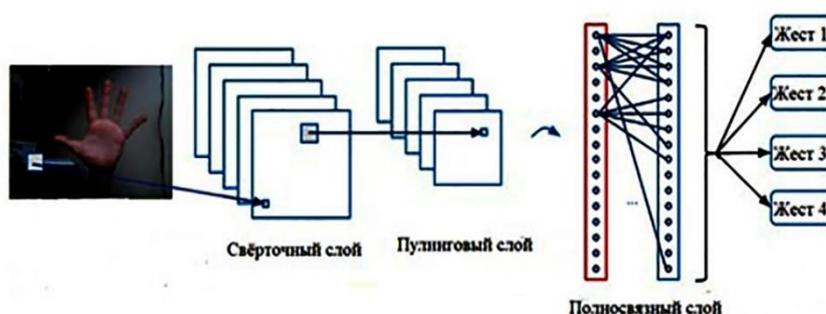


Рис. 1. Общая структура нейронной сети

Данная свёрточная нейронная сеть обучена на выборке из 12000 изображений, соответствующим четырём классам. Количество эпох обучения равно трём. При большем количестве эпох сеть начинает «выучивать» данные с изображений и становится неспособна работать с окружением, отличным от того, которое присутствует в обучающей выборке. То есть, происходит переобучение. Общая точность обучения на тестовой выборке, полученная при помощи функций библиотеки для машинного обучения Keras [2], составляет 95 %.

Была исследована точность нейронной сети при изменении двух факторов: расстоянии руки от веб-камеры и сложности жеста. Точность измерялась из соотношения успешно распознанных кадров к общему числу кадров. Количество кадров было принято равным пятидесяти, так как экспериментально было получено, что точность работы сети не зависит от количества кадров. Расстояние от веб-камеры было взято от 30 до 60 сантиметров. Сложность жестов зависит от сложности распознавания, например, жест «Ок» можно легко спутать с жестом «Победа», поэтому сложность жеста равна трем. Диапазон сложности варьируется от одного до трех. Для выявления зависимости точности работы нейросети от дальности и сложности жеста был произведен двухфакторный эксперимент [3]. Измеренные факторы в натуральном масштабе и точность отображены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования работы алгоритма

Номер опыта	Факторы в натуральном масштабе		Выходной параметр
	Z ₁	Z ₂	Y
1	30	1	94,2
2	60	1	89,7
3	30	3	91,6
4	60	3	83,9

Была построена матрица планирования двухфакторного эксперимента. Рассчитаны коэффициенты парного взаимодействия. Уравнение регрессии, полученное при проведении планирования эксперимента для двух факторов, имеет вид:

$$y(x_1, x_2) = 89,9 - 3,1x_1 - 2,1x_2 - 0,8x_1x_2$$

Проверка коэффициентов, проведенная по критерию Стьюдента с использованием параллельных опытов, показала значимость всех коэффициентов полученного уравнения. Проверка адекватности уравнения осуществлялась с использованием критерия Фишера, данная проверка показала, что математическая модель регрессии адекватна и может быть использована для исследований [4]. По полученному уравнению регрессии построены зависимости точности работы нейронной сети от дальности и сложности жеста (рисунок 2).

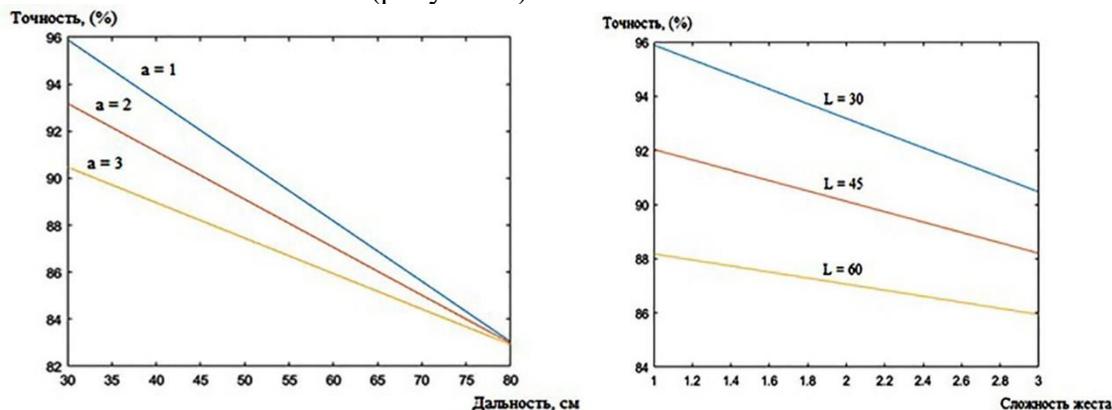


Рис. 2. Зависимость точности работы нейронной сети от дальности L и сложность жеста

Наибольшую точность нейронная сеть имеет при сложности жеста, равной единице. При увеличении дальности точность сети при любой сложности жеста падает до 84 %. Исходя из рисунка 2 можно сделать вид о том, что точность работы нейронной сети уменьшается при увеличении расстояния между рукой и камерой. Также точность падает при использовании сложных жестов, по сравнению с простыми.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cao Z, Xu X. and Hu B. et al. Real-time gesture recognition based on feature recalibration network with multi-scale information // Neurocomputing. – 2019. – vol. 347. – Pp. 119–130.
2. Библиотека Keras. Model class API [Электронный ресурс]. – <https://keras.io/models/model/> (дата обращения 27.12.2019).
3. Основы планирования эксперимента [Электронный ресурс]. – URL: <http://window.edu.ru/resource/438/18438/files/Mtdukm8.pdf> (дата обращения 13.12.2019).
4. Проверка адекватности регрессионной модели [Электронный ресурс]. – URL: <https://helpstat.ru/proverka-adekvatnosti-regressionnoj-modeli/> (дата обращения 05.12.2019)

ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Е.А. Склярова, Г. В. Ерофеева, Е.С. Шипицына

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: skea@tpu.ru

PROBLEMS OF HIGHER EDUCATION AT THE PRESENT STAGE

E.A. Sklyarova, G.V. Erofeeva, E.S. Shipitsyna

National Research Tomsk Polytechnic University,
Russia, Tomsk, pr. Lenina 30, 634050
E-mail: skea@tpu.ru

***Annotation.** The annotation is devoted to the main problems of higher education at the present stage. The problems of training a competitive graduate who possesses professional competences and generic skills within his specialty are associated with the organization of the educational process in physics and mathematics. It is discussed that one of the most important indicators of a technical university success is the demand in its graduates. In this regard, the issues of taking into account the employers needs and requirements when designing master degree programmers, formulating and assessing learning outcomes are significantly important. The educational process specifics at the present stage is application of various kinds of electronic resources aimed at development of independent studies skills and mastering of the science-based courses` content.*

Познание начинается с удивления!
Аристотель

Главной проблемой социального и экономического развития общества остается совершенствование образовательного процесса в высшей школе, целью которой является подготовка компетентного, гибкого, способного к продуктивной профессиональной деятельности и быстрой адаптации в условиях научно-технического прогресса выпускника, владеющего технологиями в своей специальности, и опытом решения профессиональных задач, востребованного на мировом рынке труда [1].

Подготовка профессионалов высокого класса в технических университетах существенно зависит от организации учебного процесса по физике и математике. Физика представляет собой раздел знаний, в котором обнаруживается универсальность самого способа получения знаний, приводящего к выработке системного мышления и научного метода исследования [2]. Благодаря этому, студенты уже подготовлены к применению системного подхода и элементов научного метода при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ, магистерских диссертаций и др. [3]

Кроме того, физика представляет собой фундаментальную основу дисциплин технического направления (электротехника, микроэлектроника, материаловедение, наноматериалы и нанотехнологии, сопротивление материалов, прикладная механика, теоретическая механика, геофизика и др.), она также связана с дисциплинами гуманитарного направления (философия, история, экономика и др.). Т.е. физика в техническом университете является основой взаимосвязанных и взаимозависимых дисциплин, взаимодействующих в учебном процессе с субъектом (обучающимся).

При переходе на многоуровневую систему образования перед вузами была поставлена задача по разработке программ подготовки бакалавров и магистров. Руководствуясь ФГОС, вузами были разработаны системы формирования компетенций выпускников.

В Государственных образовательных стандартах, благодаря которым был широко внедрен в образование компетентностный подход, не содержится четких рекомендаций по проверке сформированности компетенций, особенно, что касается учета требований работодателей.

Одним из важнейших показателей успешности технического вуза является востребованность выпускников, что может быть достигнуто результативным учетом требований работодателей как при проектировании ООП, так и при проверке результатов обучения. В связи с этим, особенно остро стоят вопросы учета требований работодателей при проектировании ООП магистров и проверки сформированности результатов обучения.

Особенностью образовательного процесса на современном этапе обучения физике, и не только, является наличие различного рода электронных ресурсов, направленных на самостоятельное освоение курсов дисциплин [4]. Смешанное образование является одним из многих электронных образовательных ресурсов.

На основе опыта использования электронных ресурсов и сведений из литературных источников можно выделить положительные моменты применения электронных ресурсов [5, 6]:

1. Обучение студента по любым дисциплинам происходит в индивидуальном темпе – им самим устанавливается скорость изучения материалов в зависимости от его желаний и личных обстоятельств.

2. Гибкость обучения – студент самостоятельно выбирает курс обучения, и рассчитывает время, которое он отведет на свои занятия.

3. Доступность обучения для любого человека – студент сам выбирает в каком в учебном заведении хотел бы пройти обучение, независимо от географического положения.

4. Технологичность образовательного процесса – использование в процессе обучения новейших достижений и открытий информационных и телекоммуникационных технологий.

Также можно выделить и недостатки такого образования:

1. Отсутствует системность и систематичность в учебном процессе;
2. Отсутствие надлежащего контроля знаний.

В целом, главная проблема электронного образования, которая много лет мешает учебным заведениям выдавать дипломы установленного образца студентам, обучавшимся по электронным курсам, состоит в отсутствии надлежащего контроля знаний. В то время как традиционная система и смешанное обучение позволяют преподавателю убедиться в том, что знает не только он, но и его ученик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dobryakova M. S., Froumin I. Higher engineering education in Russia: incentives for real change // International Journal for Engineering Education. – 2010. – vol. 26. – no. 5. – Pp. 1032–1041.
2. Crouch A., Mazur E. Peer Instruction: Ten Years of Experience and Results // American Journal of Physics. – 2001. – vol. 69 (9). – Pp. 70–77.
3. Cliff N. Dominance Statistics: Ordinal Analyses to Answer Ordinal Questions // Quantitative Methods in Psychology. – 1993. – vol. 114 (3). – Pp. 494–509.
4. Sklyarova E., Erofeeva G., Lider A. Problems facing technical education // European Journal of Natural History. – 2013. – no.6. – Pp. 66–67.
5. Duhaney D. Technology and higher education: Challenges in the halls of academe // International Journal of Instructional Media. – 2005. – vol.32. – no 1. – Pp. 7–15.
6. Дистанционное образование: плюсы и минусы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dtraining.web-3.ru/introduction/okandbaddo/> (дата обращения: 26.12.2019).

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ НА ВЕРОЯТНОСТЬ ЛОКАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ РАКА КОРНЯ ЯЗЫКА

В.В. Верхотурова, Е.С. Сухих, Л.Г. Сухих

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: verhoturova@tpu.ru

INFLUENCE OF THE FRACTION MODE ON THE PROBABILITY OF LOCAL CONTROL FOR LANGUAGE CANCER

V.V. Verkhoturova, E.S. Sukhih, L.G. Sukhih

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: verhoturova@tpu.ru

***Annotation.** Tumors of the head - neck region are characterized by a high proliferation rate during radiation treatment. Modern equipment for radiation therapy allows you to create and implement therapeutic radiation plans with a high degree of conformity and homogeneity of the dose distribution in the target volume with a minimum radiation load on critical organs, which makes it possible to increase the dose per fraction (i.e. hypofractionation) and reduce the total time the entire course of radiation therapy. The use of the hypofractionation regimen increases the effectiveness of radiation therapy in terms of the biological effectiveness of radiation therapy.*

Для получения наилучшего терапевтического эффекта необходимо максимально увеличить дозу, как суммарную за курс (СОД), так и однократную за фракцию (РОД), в опухоли при минимальной дозовой нагрузке на окружающие здоровые ткани. В настоящее время в мире активно внедряются методики ЛТ с модуляцией интенсивности (ЛТМИ, IMRT). Согласно последним исследованиям [1] показано, что при лечении рака головы и шеи использование ЛТМИ приводит к значительному

улучшению в распределении дозы для мишени и критических органов по сравнению с традиционной трехмерной конформной лучевой терапией (3DCRT).

В рамках данного исследования использовались данные четырёх пациентов с диагнозом «рак корня языка второй – третьей стадии» ($T_2N_0M_0$ - $T_3N_2M_0$) с плоскоклеточной карциномой высокой, средней и низкой степени дифференцировки. Топометрическая подготовка и оконтуривание выполнялось согласно международным протоколам [1–4] с выделением клинических объемов облучения (Clinical Tumor Volume) и планируемых объемов облучения (Planning Tumor Volume) с соответствующими отступами: CTV1 и PTV1 для первичной опухоли, CTV2 и PTV2 для шейных лимфоузлов.

Для первой стратегии лечения проводилось облучение обеих областей до дозы, предписанной для PTV2, а затем дооблучение области PTV1. В рамках второй стратегии (одновременной интегрированной эскалации дозы – SIB (Simultaneously integrated boost)) возможно одновременное облучение областей PTV1 и PTV2 разными РОД, так, чтобы требуемые СОД были достигнуты за одинаковое количество фракций. Использование технологии SIB позволяет сократить общее время облучения (ОВО), что особенно важно для опухолей головы и шеи, которые отличаются высокой скоростью пролиферации [1–3].

При создании в среде Monaco (версия 5.1) дозиметрических планов облучения SIB-VMAT (SIB выполнен с помощью техники доставки дозы VMAT) и радиобиологических параметров, например, $\alpha/\beta = 2$ как для головного, так и для спинного мозга [1, 4], мы получили следующие результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Данные по величине предписанной дозы для SIB-VMAT, а также ограничения по толерантным уровням доз для критических органов

Пациент	Доза (Гр) PTV ₁ /PTV ₂	Количество фракций	Допустимая луче- вая нагрузка на ствол головного мозга, (Гр)	Допустимая лучевая нагрузка на спинной мозг, (Гр)
1	70/66	33	$D_{\text{макс}} \leq 52,4$ Гр;	$D_{\text{макс}} \leq 43,7$ Гр;
2	70/50	30	$D_{\text{макс}} \leq 49,8$ Гр;	$D_{\text{макс}} \leq 41,5$ Гр;
3	70/54	27	$D_{\text{макс}} \leq 46,95$ Гр;	$D_{\text{макс}} \leq 39,13$ Гр;
4	70/50	25	$D_{\text{макс}} \leq 45$ Гр;	$D_{\text{макс}} \leq 37,5$ Гр;

Согласно результатам проведенного исследования, применение облучения при одновременно интегрированной эскалации дозы за фракцию на область голова-шея с использованием современных методик доставки дозы, таких как VMAT, полностью реализуема и удовлетворяет всем международным дозиметрическим критериям (максимальный уровень покрытия мишени (98%) и лучевые нагрузки на критические органы, не превышающие толерантные уровни).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Orlandi E., Palazzi M., Pignoli E., Giostra C. F. A., Olmi P. Radiobiological basis and clinical results of the simultaneous integrated boost (SIB) in intensity modulated radiotherapy (IMRT) for head and neck cancer: A review // Critical Reviews in Oncology/Hematology.– 2010. – vol. 73. – Pp. 111–125.
2. Хансен Э. К. Лучевая терапия в онкологии. пер. с англ. – М.: Изд. группа «ГЭОТАР-Медиа». 2014. – 992 с.
3. eContour [Internet] [cited 2018, July 31]. Available from: <https://econtour.org/cases/3>
4. Brenner D.J. The linear-quadratic model is an appropriate methodology for determining isoeffective doses at large doses per fraction // Semin Radiat. Oncol. – 2008. – vol. 18. – Pp. 234–239.

5. Gregoire V., Mackie T.R., De Neve W., Gospodarowiz M., Purdy J.A., van Herk M., Niemierko A. Prescribing, Recording, and Reporting Photon Beam Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT). ICRU Report No.83. // Journal of the ICRU. – 2010. – vol. 10. – Pp. 92.
6. Вертинский А. В., Сухих Е. С., Сухих Л. Г. 3D верификация терапевтических планов с объёмной модуляцией интенсивности излучения с помощью дозиметра ArcCheck // Мед. физика. – 2018. – Т. 78. – № 2. – С. 12–20.
7. Wolfram Mathematica [Internet] Wolfram Research [cited 2018, April 02]. Available from: <https://www.wolfram.com/mathematica/>
8. Niemierko A. Reporting and analyzing dose distributions: A concept of equivalent uniform dose // Med. Phys. – 1997. – vol. 24. – Pp. 103–110.

Научное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭКОНОМИКА И ОБРАЗОВАНИЕ

Сборник материалов
Всероссийской научно-методической конференции

Компьютерная верстка И.А. Лариошина

**Зарегистрировано в Издательстве ТПУ
Размещено на корпоративном портале ТПУ
в полном соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета**



Издательство

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ