

ТУСУР
TUSUR UNIVERSITY

ТУСУР
TUSUR UNIVERSITY

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

**СОВРЕМЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ:
ИНТЕГРАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ, БИЗНЕСА И ВЛАСТИ**

**ПРИОРИТЕТНЫЕ ОРИЕНТИРЫ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ:
СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПАРТНЁРСТВО
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ**

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ

В 2 ЧАСТЯХ

Часть 1

25-26 января 2024 г.
Томск, Россия

Часть 1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники»
Администрация Томской области



СОВРЕМЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ИНТЕГРАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, БИЗНЕСА И ВЛАСТИ

**ПРИОРИТЕТНЫЕ ОРИЕНТИРЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
В РОССИИ: СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ**

Материалы международной
научно-методической конференции
25–26 января 2024 года
Томск, Россия

В 2 частях

Часть 1

Томск
Издательство ТУСУРа
2024

УДК 378.1(063)
ББК 74.584(2)я431
С56

Организационный комитет конференции:

П.В. Сенченко (председатель)
В.В. Подлипенский (зам. председателя)
Н.Ю. Бейдерова, И.А. Лариошина, Г.Н. Нариманова,
Е.Р. Менгардт

Ответственный редактор В.М. Рулевский

С56 **Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Приоритетные ориентиры высшего образования в России: стратегическое партнерство и технологический суверенитет :** материалы междунар. науч.-метод. конф., 25–26 января 2024 г., Томск, Россия. В 2 ч. Ч. 1 / М-во науки и высш. образования РФ, Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники ; отв. ред. В.М. Рулевский. – Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2024. – 290 с.

ISBN 978-5-6050217-2-8 (Ч. 1)

ISBN 978-5-6050217-1-1

Представлены результаты научно-методических исследований сотрудников образовательных организаций, аспирантов и студентов, участвовавших в конференции. Обсуждаются проблемы и перспективы развития образования в Российской Федерации, научно-методические решения подготовки специалистов в области прорывных суверенных технологий, в том числе сетевая форма и социальные аспекты подготовки инженерных кадров. Рассматривается роль современного университета в национальной инновационной экосистеме и инженерное образование в современной общеобразовательной школе.

Для научно-педагогических работников, учащихся и всех интересующихся вопросами современного образования.

УДК 378.1(063)
ББК 74.584(2)я431

ISBN 978-5-6050217-2-8 (Ч. 1)
ISBN 978-5-6050217-1-1

© Томск. гос. ун-т систем упр.
и радиоэлектроники, 2024

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 378.14

А.А. Шелупанов, Е.М. Давыдова, А.А. Конев

АНАЛИЗ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ВНЕДРЕНИЯ МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС ФАКУЛЬТЕТА БЕЗОПАСНОСТИ

Рассматривается вопрос изменения способа организации учебного процесса в вузе. Подход основан на структурировании учебного материала на модули. Модуль представляет собой некоторый организационно-методический блок, изучаемый студентами с полным погружением в предмет. Начиная с 2020-го и в последующие годы на факультете безопасности ТУСУРа проводится эксперимент, связанный с изменением графика учебного процесса и модульным изучением ряда дисциплин.

Ключевые слова: график учебного процесса, модульное обучение, повышение качества образования.

Конкурентоспособность вуза определяется рядом показателей, основными из них являются качество, формы и методы обучения. На повышение качества обучения влияют такие факторы, как

- ◆ эффективность образовательных услуг;
- ◆ научно-исследовательская деятельность преподавателей;
- ◆ уровень квалификации преподавательского состава.

Традиционный график образовательного процесса обладает следующими особенностями: дисциплина изучается в течение всего семестра, а к концу семестра пройденный материал студентами забывается; параллельно изучается несколько дисциплин и приходится постоянно переключаться с одной дисциплины на другую; промежуточная аттестация проходит в конце семестра по всем дисциплинам, которые изучались в течение четырех месяцев; студенты в начале

семестра долго раскачиваются и лабораторные работы начинают сдавать только в конце семестра, что приводит к перегрузке преподавателей. Преподавателю для повышения своей квалификации и качества преподавания необходимо заниматься научной работой, что бывает затруднительно при традиционном формате обучения.

Перечисленное выше приводит к тому, что необходимо менять традиционный подход к обучению. На факультете безопасности, начиная с 2020/21 учебного года, внедрена модульная система обучения. Семестр разбивается на четыре четверти с промежуточными контрольными этапами. Были выделены дисциплины, которые изучаются по модульному принципу (концентрированно), и дисциплины, изучаемые в течение семестра. Разбивка на модули приведена в таблицах 1, 2, а в таблицах 3, 4 представлено распределение дисциплин 1-го и 2-го семестров 2020 года набора.

Таблица 1

График учебного процесса в осеннем семестре

Ме- сяц	Сентябрь					29-5	Октябрь				27-2	Ноябрь				29-4	Январь			26-1	Февраль			
	1-7	8-14	15-21	22-28	6-12		13-19	20-26	3-9	10-16		17-23	24-30	1-7	8-14		15-21	22-28	5-11		12-18	19-25	2-8	
Нед.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
						КЭ						КЭ					КЭ	К					КЭ	

Таблица 2

График учебного процесса в весеннем семестре

Ме- сяц	Февраль		23-1	Март				30-5	Апрель			27-3	Май				Июнь				29-5	
	9-15	16-22		2-8	9-15	16-22	23-29		6-12	13-19	20-26		4-10	11-17	18-24	25-31	1-7	8-14	15-21	22-28		
Нед.	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
						КЭ						КЭ						КЭ				КЭ

Таблица 3

Распределение дисциплин в первом семестре

1-я четверть (1.09–12.10)	2-я четверть (13.10–23.11)	3-я четверть (24.11–28.12)	4-я четверть (12.01–08.02)
Физическая культура и спорт			
Иностранный язык			
Основы проектной деятельности			–
Информатика	Организация ЭВМ и вычислительных систем	Математический анализ	–
Введение в специальность	Алгебра	Системный анализ	История

Таблица 4

Распределение дисциплин во втором семестре

1-я четверть (09.02–22.03)	2-я четверть (23.03–03.05)	3-я четверть (04.05–14.06)	4-я четверть (15.06–05.07)
Физическая культура и спорт			
Иностранный язык			
Учебно-лабораторный практикум			
Основы проектной деятельности			–
Математический анализ	Основы информационной безопасности	Физика	–
Деловые коммуникации	Математическая логика и теория алгоритмов	Основы программирования	Введение в методы искусственного интеллекта

Для анализа выбраны результаты обучения студентов 2019–2021 годов набора. Необходимо отметить, что эти годы попали под пандемию COVID-19, которая началась в марте 2020 г. и закончилась в декабре 2021 г. Во время пандемии обучение велось периодами в смешанном формате, а именно: лекции – в электронной информационно-образовательной среде (ЭОИС), практики – в очном формате и периодами только в ЭОИС.

Студенты, поступившие в вуз в 2019 г., занимались по традиционной технологии и к началу пандемии отучились один семестр очно. Семестры 2–5-й попали под пандемию, но учащиеся уже получили опыт студенческой «жизни» и успели познакомиться друг с другом.

Студенты, поступившие в 2020-м и в 2021-м годах, учатся по модульной системе и на начальном этапе у них не было опыта обучения в вузе. Для набора 2020 г. 1–3-й семестры прошли в период пандемии; для набора 2021-го года в этот период попал один семестр.

Для проведения анализа были сформированы новые критерии оценки качества обучения. Они отличаются от существующих тем, что в расчетах не учитываются студенты, находящиеся в академическом отпуске, переведенные с других специальностей вузов и вышедшие из академического отпуска. Кроме того, все расчеты проводятся относительно количества поступивших студентов в соответствующем году.

1. Сохранность контингента, %

Рассчитывается следующим образом: в каждом семестре определяется количество студентов Z , остав-

шихся после отчислений (соответствующего года набора). То есть, если поступило на специальность X студентов и из них к третьему семестру было отчислено Y студентов, то сохранность контингента в третьем семестре определяется как $Z = X - Y$. Далее берется отношение оставшихся студентов к количеству поступивших и считается процент сохранности: $Z*100/X$.

2. Количество студентов, сдавших сессию вовремя, %

Определяется количество студентов в каждом семестре, оставшихся после отчислений, соответствующего года набора (Z). Из них рассчитывается количество сдавших сессию на конец семестра (Q) и берется отношение $Q*100/X$, где X – количество поступивших в соответствующем году набора.

3. Качество обучения, %

Рассчитывается количество студентов (G), сдавших сессию на 4 и 5, которое определяется от количества сдавших вовремя. Берется отношение $G*100/X$, где X – количество поступивших в соответствующем году набора.

Обратим внимание на то, что результаты набора 2021 года для всех специальностей по критериям «сохранность контингента», «вовремя сдавшие сессию» и «качество обучения» в большинстве случаев выше, чем результаты набора 2019 года (рис. 1–3). Кроме того, во время проведения эксперимента анализировались результаты каждого семестра. Было замечено, что для набора 2020 года количество студентов, сдавших вовремя сессию, во втором и третьем семестре меньше, чем сдававших в 2019 году.

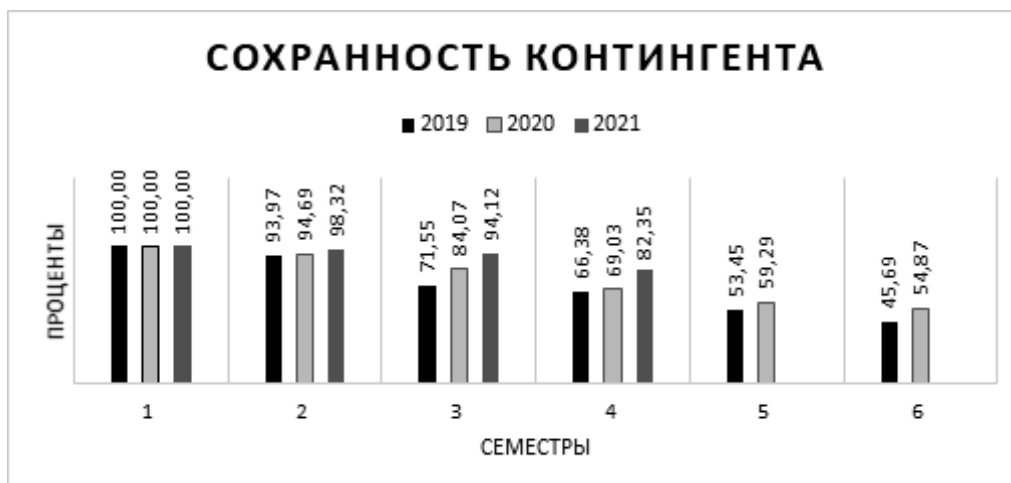


Рис. 1

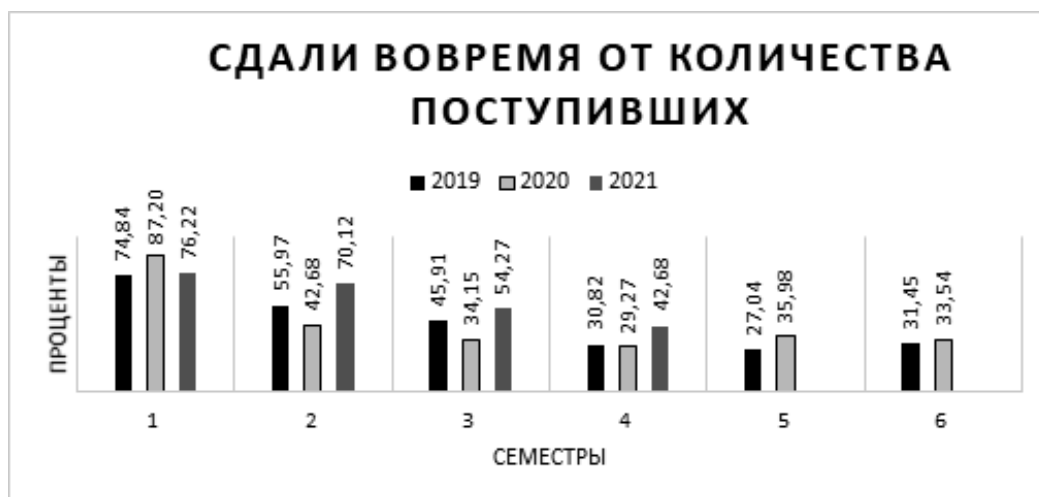


Рис. 2

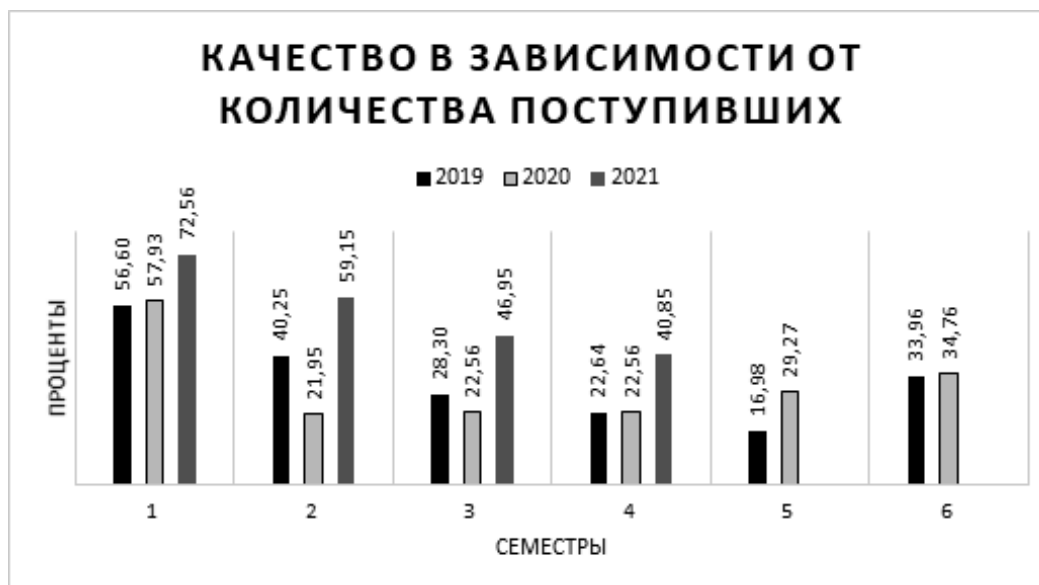


Рис. 3

Причина была найдена: две трудоемкие дисциплины (физика и основы программирования) с большим количеством лабораторных работ попали в один модуль. Данная проблема была разрешена для студентов 2021-го и последующих лет набора. Было изменено распределение дисциплин по модулям в семестре (см. таблицу 3). Дисциплина «Физика» по желанию преподавателя растягивается на три модуля.

В отличие от традиционной технологии, промежуточная аттестация студентов, обучающихся по модульной системе, проводится в течение всего семестра, а не концентрированно в последние недели семестра. Студенты, не сдавшие дисциплины модулей 1–3, могут их сдавать во время консультаций преподавателя вплоть до конца четвертого модуля. При этом они не будут считаться задолжниками, поскольку семестр заканчивается одновременно с завершением последнего модуля.

При таком подходе к учебному процессу актуальной становится задача проводить тьюторские занятия с неуспевающими студентами по дисциплинам текущего семестра. В связи с этим на факультете была ликвидирована практика, приводящая к появлению у студентов годовой задолженности. Студенты, обучающиеся на ФБ, должны ликвидировать все задолженности не позднее второй недели второго модуля каждого семестра.

Изменение распределения дисциплин по модулям проводится при планировании нагрузки на следующий учебный год. Данная процедура выполняется на основании анализа результатов обучения в предыдущем семестре, пожеланий преподавателей и т.д.

Обобщенные результаты по направлению 10.00.00 «Информационная безопасность»

Анализ результатов по направлению проводился для наборов 2019–2021 гг. по всем специальностям и бакалавриату. Расчет выполнялся аналогично предыдущим по тем же критериям. Значение «поступившие» определялось как сумма всех студентов, поступивших на направление «Информационная безопасность», включая бакалавриат в соответствующем году. Аналогично определялись все другие критерии (см. рис. 1–3).

Необходимо отметить, что количество студентов, поступивших в эти годы, незначительно различается. Разница составляет не более 0,03, поэтому можно сравнивать результаты в процентах.

Из рис. 1–3 можно видеть:

- ◆ показатель «сохранность контингента» при модульной системе выше, чем при традиционной. Разница по семестрам составляет 5–23%;

- ◆ показатель «количество студентов, сдавших сессию вовремя» после коррекции графика учебного процесса стал выше, чем при традиционной системе обучения. Если сравнивать 2019-й и 2020-й годы набора, то разница составляет 16–19%;

- ◆ показатель «качество обучения» после коррекции графика учебного процесса стал выше, чем при традиционной системе обучения. Если сравнивать 2019-й и 2021-й годы набора, то разница составляет 16–19%.

Заключение

Внедрение модульной системы дает возможность интенсивно вести занятия со студентами в течение модуля. Контрольный этап проходит 4 раза в семестр, что позволяет с полной отдачей готовиться к сдаче экзамена или зачета. Деканат может после контрольного этапа «отследить» неуспевающих студентов и в рамках текущего семестра предоставить им возможность досдать проблемную дисциплину.

Такая система позволяет преподавателю планировать свою научную и учебную деятельность, а также отпуск, поездки на конференции, семинары и пр., а студентам – работать с уникальным научным оборудованием; строить индивидуальную траекторию обучения; вовремя сдавать дисциплины, изучаемые в семестре.

Большинство студентов и преподавателей поддерживают модульную организацию учебного процесса.

Литература

1. Анализ ФГОС по направлению 090000 «Информационная безопасность» / А.А. Шелупанов [и др.] // Современное образование: проблемы обеспечения качества подготовки специалистов в условиях перехода к многоуровневой системе высшего образования: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2012. С. 21–22.

2. Профоринтационная работа со студентами первого курса на факультете безопасности ТУСУРа / Е.М. Давыдова [и др.] // Современное образование: качество образования и актуальные проблемы современной высшей школы: материалы междунар. науч.-метод. конф., 31 янв. – 1 февр. 2019 г., Россия, Томск. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2019. С. 157–159.

3. Конев А.А. Модульная организация учебного процесса, как способ повышения конкурентоспособности ТУСУРа // Современное образование: повышение конкурентоспособности университетов : материалы междунар. науч.-метод. конф., 28–29 янв. 2021 г., Томск, Россия / отв. ред. В.М. Рулевский Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2021. В 2 ч. Ч. 1. С. 162–166.

Шелупанов Александр Александрович

Д-р техн. наук, Президент ТУСУРа, директор Института системной интеграции и безопасности ТУСУРа
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (3822) 90-71-55
Эл. почта: saa@tusur.ru

Давыдова Елена Михайловна

Канд. техн. наук, декан факультета безопасности ТУСУРа
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (3822) 70-15-29
Эл. почта: dem@fb.tusur.ru

Конеv Антон Александрович

Канд. техн. наук, зам. директора Института системной интеграции и безопасности ТУСУРа

Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050

Тел.: +7 (3822) 70-15-29

Эл. почта: kaa@fb.tusur.ru

Shelupanov A.A., Davydova E.M., Konev A.A.

Analysis of Intermediate Results of Implementing the Modular System into Educational Process at the Faculty of Security

The issue of changing the way of providing the educational process at the university is considered. The proposed approach based on structuring the educational material into modules is presented. The module is a certain organizational and methodological block studied by students with full immersion into the subject. Starting in 2020 and during the subsequent years, the Faculty of Security of TUSUR has been conducting an experiment related to changing the schedule of the educational process and modular study of the number of subjects.

Keywords: schedule of educational process, modular training, improving the quality of education.

References

1. Shelupanov AA, et al. Analiz FGOS po napravleniyu 090000 «Informacionnaya bezopasnost'» [Analysis of Federal State Educational Standards for the educational program 'Information security' (090000)]. *Sovremennoe obrazovanie: problemy obespecheniya kachestva podgotovki specialistov v usloviyah perekhoda k mnogourovnevnoj sisteme vysshego obrazovaniya: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii* [Modern education: the problem of ensuring the quality of specialist training in the context of transition to a multi-level system of higher education. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2012:21-22. (In Russ.)

2. Davidove EM, et al. Proforientacionnaya rabota so studentami pervogo kursa na fakul'tete bezopasnosti TUSURa [Career guidance work with first-year students at the Faculty

of Security of TUSUR]. *Sovremennoe obrazovanie: kachestvo obrazovaniya i aktual'nye problemy sovremennoj vysshej shkoly: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii* [Modern education: the quality of education and current problems of modern higher education. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2019:157-159. (In Russ.)

3. Konev AA, et al. Modul'naya organizaciya Uchebnogo processa, kak sposob povysheniya konkurentosposobnosti TUSURa [Modular organization of the educational process as a way to increase the competitiveness of TUSUR]. *Sovremennoe obrazovanie: povyshenie konkurentosposobnosti universitetov. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii* [Modern education: improving the competitiveness of universities. Materials of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2021;(1):162-166. (In Russ.)

Alexander A. Shelupanov

Doctor of Engineering Sciences, President of TUSUR, Director, Institute of System Integration and Security, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

Phone: +7 (382-2) 90-71-55

Email: saa@tusur.ru

Elena M. Davydova

Candidate of Engineering Sciences, Dean, Faculty of Security, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

Phone: +7 (382-2) 70-15-29

Email: dem@fb.tusur.ru

Anton A. Konev

Candidate of Engineering Sciences, Deputy Director, Institute of System Integration and Security, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

Phone: +7 (382-2) 70-15-29

Email: kaa@fb.tusur.ru

УДК 338.28

И.Н. Халецкая, М.Г. Чепезубов

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО – КАК МЕХАНИЗМ ПОСТРОЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА

Отражена сущность и философия механизма генерации технологического предпринимательства на примере стартап-студии, ее отличия и сходство с отдельными элементами экосистемы вокруг стартапов, а также развитие этого элемента в России от начального этапа до составной части федерального проекта.

Отмечается, что собранный материал касается российской специфики с учетом зарубежного опыта, который лег в основу основных принципов развития, а также рассматриваются технологические стартап-студии или стартап-студии направления «deep tech» (направление, где успешность стартапа достигается в большей степени за счет технологической инновации, а не за счет масштабирования продаж или значимых маркетинговых бюджетов).

Ключевые слова: стартап, стартап-студия, технологическое предпринимательство, технологический суверенитет, экосистемы, проектное управление, инновации, условия развития.

Рассматривая некоторые элементы экосистемы, прямо или косвенно связанные с развитием стартапов, можно увидеть офисы коммерциализации и центры трансфера технологий в университетах, бизнес-инкубаторы, различные системы грантовой поддержки стартапов (яркий пример – Фонд содействия развитию малых форм предпринимательства в научно-технической сфере, который поддерживает технологические стартапы от студенческой скамьи до масштабирования коммерческих продаж), акселераторы, как отраслевые, так и корпоративные, где есть возможность получить обратную связь от «старших товарищей», имеющих опыт в выбранном направлении. Все эти элементы, безусловно, нужны и в какой-то степени действенны, но есть один фактор, который не всегда работает «в плюс», – «внешняя рамка» этих структур по отношению к стартапу. Даже классические венчурные фонды при, безусловно, большей вовлеченности в жизнедеятельность стартапа, как правило, занимают внешнюю позицию финансового инвестора, в какой-то степени ожидающего результата, но не влияющего на процесс его достижения.

Существуют стартапы, которые при грамотном использовании смогли вырасти в крупные бизнесы или можно выйти из них, продав долю инвесторам следующих стадий. Но процент этот невелик. Как правило, причиной таких историй успеха является лидерский компонент, роль личности, драйвера всего процесса, без которого ничего бы не получилось. Большая же часть стартапов умирает на стадии перехода от гранта к внешним инвестициям, так как на этой стадии стартап рассматривается из третьей критической позиции и не выдерживает такой критики (в коммерческом ключе, иногда и в технологическом, а иногда сразу в двух).

Первым аспектом деятельности стартап-студии, который можно отметить, является *принцип сборки*

стартапа «внутри». То есть, принимая решение о запуске стартапа, стартап-студия делает самостоятельную инвестиционную ставку, а не оценивает внешний проект. При этом в основе ставки может лежать и внешняя гипотеза, но то, как она будет трансформирована для запуска стартапа, как будет развиваться и, возможно, трансформироваться в дальнейшем, зависит именно от стартап-студии. Это позволяет на старте деятельности избежать многих проблем, которые в дальнейшем приводят к «смерти» стартапа. Сюда относятся и избыточность финансирования, и непонимание того продукта, который стартап собирается разрабатывать, и возможность корректировки развития стартапа, и смена при необходимости технологического вектора.

Второй аспект деятельности стартап-студии – это *серийность* (те самые компетенции). Стартап-студия должна серийно запускать стартапы, в этом ее отличие от венчурного фонда, который делает несколько значимых ставок (в зависимости от инвестиционного бюджета) и ждет результат. При этом статистика показывает, что значимый результат (как правило, перекрывающий затраты на портфель) дают лишь 10% портфеля. Серийный подход стартап-студии с портфелем x10 стартапов к портфелю венчурного фонда (там, где у фонда 10 проектов, у стартап-студии 100) дает большую выборку инвестиционных ставок, а проактивная позиция самой стартап-студии в запуске и реализации проектов существенно повышает выживаемость стартапов и сокращает время их выхода на результат.

Принцип работы стартап-студии в части серийности очень близок к конвейерному производству, скажем, автомобилей. До появления первого конвейера Генри Форда процесс сборки автомобиля занимал в разы больше время, чем после, при этом покупка автомобиля была по силам далеко не всем. Форд, ре-

ализуя конвейерный принцип сборки автомобиля, позволил выпускать их массово, а стоимость автомобиля давала возможность купить его любому рабочему.

Серийный подход к запуску стартапов имеет ряд особенностей, первой из которых является предпринимательская функция. Ведь не так важно, запущен стартап во внешнем поле или стартап-студией, развивать его должен предприниматель. И если во внешнем стартапе предприниматель как инициатор имеется на старте, то в стартап-студии эта функция на старте отсутствует и ее необходимо формировать, а с учетом числа запускаемых стартапов, количество таких серийных предпринимателей в стартап-студии должно быть значимым.

Серийный предприниматель, или «венчур-билдер», в своей работе исполняет для стартап-студии предпринимательскую функцию в стартапе и способен это делать в нескольких стартапах одновременно. Это тоже отличительная особенность серийного запуска: предпринимательская функция не привязана к конкретному стартапу, она отделима и стандартизирована. Опытному серийному предпринимателю по большому счету не так важно, в какой индустрии развивать технологический стартап. Отличие серийного предпринимателя от менеджера состоит в том, что предприниматель имеет свою мотивацию не в уровне заработной платы, а в последующем участии в этом бизнесе в качестве акционера. Для этого стартап-студия использует механизмы опционов, дает возможность предпринимателю заработать на результате, а не на процессе деятельности.

Еще одной особенностью развития стартап-студий является *платформенный подход* к формированию портфеля. Стартапы платформы имеют, как правило, один рынок или близкие рынки; технологии, лежащие в их основе, также из одной области или смежных областей (печатная электроника, электротранспорт, биотехнологии для сельского хозяйства – такие платформы есть в сети стартап-студий Федерального проекта). Формирование технологических платформ чаще всего приходит с развитием портфеля и является органическим процессом, то есть стартап-студия, запустив несколько близких по направлению стартапов, начинает глубже разбираться в выбранном направлении, понимать основные тренды его развития и, как следствие, легче выделять в этом направлении предметы для запуска новых стартапов. Помимо этого, команды стартапов и «венчур-билдеры», развивая свои компании, могут формировать новые гипотезы и «приносить» их в стартап-студию. Делать то же самое, имея разнонаправленные компании в портфеле, невозможно, а вот реализация такого подхода позволяет повышать свою экспертность в выбранном направлении, что снижает риск неправильной инвестиционной ставки, позволяет задей-

ствовать серийных предпринимателей и инженерные команды в нескольких проектах, схожих по профилю.

Перечисленные аспекты деятельности стартап-студии позволяют ей одновременно развивать большое количество стартапов, рачительно инвестировать в них, иметь возможность в любой момент перестраивать их деятельность или изменять вектор развития стартапа. Команды стартап-студий, как инженерные, так и предпринимательские, параллельно работают над несколькими проектами в рамках технологических платформ без потери эффективности. Итогом является «недорогой» стартап, структурированный правильным образом, – именно такой продукт представляет значимый интерес для потенциального инвестора или индустриального партнера, что повышает вероятность его продажи. Для стартап-студии продуктом является компания, а не продукт, который эта компания разрабатывает или производит. Основные усилия стартап-студии направлены на упаковку стартапа под инвестора следующей стадии или стратегического инвестора из области индустрии.

Здесь нельзя не отметить фактор времени. Потенциальные инвесторы рассматривают приобретение того или иного стартапа зачастую не потому, что не могут сделать такой продукт. Решение чаще всего принимается в пользу существенного сокращения времени до получения продукта, который стартап уже прошел. Таким образом, именно время создает основную добавленную стоимость компании. В этой части умение стартап-студии быстро и «недорого» строить стартапы» является одним из ключевых факторов для их последующей продажи.

Рассмотрим основные принципы работы стартап-компаний на примере действующих стартап-студий Федерального проекта. Описание модели их работы с примерами построенных стартапов и лучших практик управления портфелем позволит реально увидеть эффективность предложенной модели.

Деятельность Фонда инфраструктурных и образовательных программ (ФИОП) как оператора Федерального проекта в области серийного запуска технологических стартапов начинается с 2011 года. За 13 лет ФИОП через нанотехнологические центры, работающие по модели стартап-студии, создал более 1000 стартапов в области «deep tech». Наиболее ярким представителем сети наноцентров является наноцентр «Техноспарк». Созданная инфраструктура «Техноспарк» включает в себя портфель из более чем 100 стартапов, инфраструктурные проекты для этих стартапов, позволяющие компаниям оперативно обрабатывать гипотезы, производить прототипы, тестировать кандидатные технологии для запуска проектов. В «Техноспарк» запущены несколько технологических платформ, например композитные материалы, лазеры, возобновляемая энергетика, электротранспорт и источники питания, 3D-печать и др.

Каждая платформа имеет от 5 до 20 стартапов, что позволяет использовать инженерные кадры для работы над несколькими стартапами направления.

«Техноспарк», реализуя модель стартап-студии, первым столкнулся с проблемой отсутствия на рынке серийных предпринимателей, основных драйверов развития, запускаемых им стартапов. Для решения проблемы «Техноспарк» первым в РФ запустил с рядом ведущих вузов страны программу «Стартап как диплом», когда студент имеет возможность развивать стартап и это будет являться его дипломным проектом, который в дальнейшем можно превратить в собственный бизнес. В процессе работы за студентом закрепляется наставник, опытный серийный предприниматель, с которым они проходят основные стадии работы над гипотезами, упаковки стартапа и его запуска.

Серийность запуска платформы можно также показать на примерах других нанотехнологических центров. Один из них – это «Центр нанотехнологий и наноматериалов Республики Мордовия» (далее – ЦНН). ЦНН запустил технологическую платформу биотехнологий для сельского хозяйства, которая всего за 6 лет выросла до 24 компаний. Сейчас это направление представляет интерес для крупных игроков рынка средств защиты растений, которые видят происходящую трансформацию рынка удобрений в части снижения доли химических средств и пестицидов в сторону биотехнологий. Любой компании, которая начнет заниматься этим направлением, понадобится для формирования такого портфеля от 7 до 10 лет с объемом инвестиций в 2–3 раза больше, чем затратила стартап-студия. Возможность рачительно создавать технологические направления выделяет модель стартап-студии и делает ее максимально понятной для потенциального покупателя. Необходимо отметить, что направление биотехнологий в ЦНН создано без инвестиций в капитальные вложения: стартап-студия в последнюю очередь инвестирует в оборудование для производства и только тогда, когда критическая масса стартапов этого требует, и, как правило, не инвестирует в фундаментальные разработки, замещая эту функцию в университетах и только по своему техническому заданию, то есть четко фокусирует задачу, которую надо решить.

Вторым кейсом является созданное направление умного текстиля в Северо-Западном центре трансфера технологий (далее – Наноцентр). Наноцентр одним из первых увидел тренд на создание функционального текстиля (технологии введения добавок на стадии производства полимерных нитей, что позволяет придавать им различные свойства – антистатический эффект, возможность нагрева или охлаждения и прочее). Запустив несколько стартапов в этом направлении, Наноцентр параллельно развивал технологические компетенции в области введения функциональ-

ных добавок, что позволило существенно расширить перечень конечных применений умного текстиля, а с появлением в РФ первого завода по производству тканей на основе функциональных нитей Наноцентр органически встроился в технологические цепочки и получил контрактную производственную базу для своих стартапов.

Все эти примеры говорят об эффективности реализации модели стартап-студии для решения задачи по увеличению технологических стартапов и обеспечению технологического суверенитета в масштабах страны. А главное – повышению качества этих стартапов, что напрямую влияет на их выживаемость и привлекательность для инвесторов следующих стадий.

Подобная практика в настоящее время масштабируется в федеральных проектах, таких как «Платформа университетского технологического предпринимательства». Основной задачей здесь ставится значительное увеличение числа стартапов и технологических предпринимателей. Использование модели стартап-студии для вовлечения студентов в предпринимательскую деятельность сложно переоценить. Модель работы позволяет студенту комфортно погрузиться в процесс создания и развития стартапа, опираться на богатый опыт ошибок и побед, который имеется в стартап-студии, на старте деятельности быть ориентированным на результат и иметь возможность впоследствии стать акционером компании, которую он развивает. Стартап-студия здесь выступает не столько ментором или преподавателем, сколько партнером и старшим товарищем для студента. Сам же студент может в комфортной среде, не рискуя на старте собственными средствами, попробовать себя в роли предпринимателя, понять, насколько эта функция ему подходит. Студент может развивать как собственный проект в стартап-студии, так и имеет возможность заняться развитием проекта, который ему предоставят. Методология запуска проектов стартап-студией позволяет реализовать свои предпринимательские компетенции не только студентам с техническим образованием, но и гуманитариям.

Развитие стартап-студий в привязке к университетам также имеет ряд преимуществ. Студент может развивать проект, не выключаясь из учебного процесса, а университеты получают технологического партнера в лице стартап-студии, который имеет опыт серийного запуска технологических стартапов, при этом изначально он ориентирован на разработки университета как главный канал получения гипотез для этого серийного запуска. Таким образом, разработки университета, опыт научных школ и профессорско-преподавательского состава могут быть правильным образом конвертированы в успешность технологических компаний, запускаемых стартап-студией.

Стоит отметить, что стартап-студии со временем будут объединяться в сеть. Такая сеть ранее была построена ФИОП при создании нанотехнологических центров. Сетевой принцип позволяет использовать опыт и учитывать ошибки для существенного снижения риска отрицательного результата при запуске проектов; предприниматели будут иметь возможность выхода на другие регионы через кооперацию стартап-студий; технологические платформы станут развиваться не только в рамках одной, отдельно взятой стартап-студии, а усиливаться в сети. При этом сеть нанотехнологических центров ФИОП может быть вовлечена в работу стартап-студий. Технологические платформы, созданные в сети наноцентров, могут быть использованы стартап-студиями и послужить дополнительным источником гипотез для стартапов. А опыт сети позволит оперативно получать экспертизы о гипотезах, процессах и технологиях, представляющих интерес для глобальных компаний и стратегических инвесторов.

Литература

1. Ковалевич Д.А., Щедровицкий П.Г. Конвейер инноваций. URL: https://sibacademsoft.ru/sites/sas/files/konveyer_innovaciya.pdf (дата обращения: 20.11.2023).
2. Атилла Сигетти. Startup Studio Playbook - First Edition. URL: <http://www.startupstudioplaybook.com/> (дата обращения: 15.11.2023).
3. Шумпетер Й.А. Теория экономического развития. М.: Эксмо, 2007. 864 с.

Халецкая Ирина Николаевна

Генеральный директор ООО «Стартап-студия университетов Томска»
Белинского ул., д.51, г. Томск, Россия, 634034
Эл. почта: info@startupstudio-tomsk.ru

Чепезубов Максим Геннадьевич

Старший управляющий директор по инфраструктурным проектам ФИОП
60-летия Октября пр-т, 10А, Москва, Россия, 117292
Эл. почта: maksim.chepzubov@rusnano.com

Khaletskaya I.N., Chepezubov M.G.

Technological Entrepreneurship as a Mechanism for Creating Technological Sovereignty

The essence and philosophy of the mechanism for generating technological entrepreneurship on the example of a startup studio with its differences and similarities as well as some individual elements of the ecosystem around startups, and the development of them in Russia from the initial stage to the integral part of the federal project are presented.

That the collected material concerns Russian specifics, taking into account some foreign experience which formed the basis of the development basic principles is noted. Technological startup studios or startup studios of the 'deep tech' direction (a direction where the success of a startup is achieved more through technological innovation, rather than through scaling sales or significant marketing budgets) are considered.

Keywords: startup, startup studio, technological entrepreneurship, technological sovereignty, ecosystems, project management, innovation, development conditions.

References

1. Kovalevich DA, Shchedrovitsky PG. Konveyer innovacij [Conveyor of innovations]. Available from: https://sibacademsoft.ru/sites/sas/files/konveyer_innovaciya.pdf [Accessed: 20 November 2023]. (In Russ.)
2. Sighetti Atilla. Startup Studio Playbook. Available from: <http://www.startupstudioplaybook.com/> [Accessed: 15 November 2023].
3. Schumpeter JA. Teoriya ekonomicheskogo razvitiya [Theory of economic development]. M.: Eksmo;2007. (In Russ.)

Irina N. Khaletskaya

Chief Executive Officer, LLC 'Tomsk Universities Startup Studio'
51, Belinskogo st., Tomsk, Russia, 634034
Email: info@startupstudio-tomsk.ru

Maxim G. Chepezubov

Senior Managing Director for Infrastructure Projects, Fund for Infrastructure and Educational Programs
10 A, 60th anniversary of Oktyabrya pr-t, Moscow, Russia, 117292
Email: maksim.chepzubov@rusnano.com

УДК 378+372.851

А.М. Кориков

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ – БАЗИС КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА РОССИИ

Базисом кадрового обеспечения технологического суверенитета (ТС) страны является система инженерного образования на основе рационального сочетания фундаментальной и прикладной подготовки специалистов. Отмечены различные типы ТС. Основное внимание уделено ТС, которое базируется на том, чтобы бизнес, научные, производственные и другие организации страны обладали исключительными правами на все компоненты технологической цепочки. Это тип ТС предполагает создание суверенных технологических пакетов (СТП). При их формировании на начальных этапах имеется значительная неопределенность, обусловленная реальным стечением обстоятельств и внешней средой пакета как системы. Для уменьшения неопределенности подобных ситуаций предлагается использовать метод многоуровневой многослойной структуризации. На основе этого метода разработана многослойная иерархия принятия решений по формированию СТП, которая интерпретируется как схема организации и планирования научной и опытно-конструкторской работы. Доказывается, что обучение решению задач является базисом при подготовке кадров для ТС. Это утверждение подтверждается изучением студентами дисциплины «Методы планирования эксперимента».

Ключевые слова: технологический суверенитет, типы технологического суверенитета, фундаментальное образование, прикладная наука, суверенный технологический пакет, принципы подготовки специалистов, многослойная структуризация, решение задач, моделирование, планирование эксперимента.

Введение

Приоритетность технологического суверенитета, обеспечивающего национальную безопасность, суверенность экономики и научно-технологическое развитие страны признается многими политиками и учеными в разных государствах [1–3]. На Международном форуме технологического развития «Технопром-2023» в Новосибирске заместитель председателя правительства России Д.Н. Чернышенко, определяя сущность ТС, сказал: «Во всем мире технологический суверенитет определяется по-разному. Нет устойчивого канонического названия» [3]. Далее вице-премьер отметил, что руководству России ближе европейский подход, который определяет ТС как «...способность государства располагать технологиями, которые считаются критически важными для обеспечения благосостояния и конкурентоспособности...» [3]. Различные подходы к трактовке сущности ТС обсуждаются в [1] и там же дается обобщенное определение ТС: «...устойчивое состояние экономической системы страны, при котором в контексте существующих и перспективных угроз обеспечивается возможность беспрепятственного использования в критически важных сферах ее жизнеобеспечения необходимых современных технологий ...». В [2, с. 15] названы семь различных типов ТС, где авторы выделяют третий тип. По оценке авторов [2], это самый трудный и дорогой тип ТС, который базируется на формировании суверенных технологических пакетов (СТП). СТП формируются в результате взаимодействия университетов, научных организаций, бизнеса и государства [2, с. 21]. Там же подчеркивается, что стремление к ТС порождает «вторую промышленность». Эта промышленность опирается

«...не на министерства и корпорации, а на команды разработчиков, средние технологические компании и университеты» [2, с. 21]. Итак, базисом кадрового обеспечения технологического суверенитета страны является стремительное развитие системы образования на основе рационального сочетания фундаментальной и прикладной подготовки специалистов. Этот вывод относится также к системе инженерного образования, поэтому известный лозунг «Кадры решают все» применительно к решению проблем ТС в нашей стране трансформируется в лозунг «Инженерные кадры решают все».

Роль фундаментального образования в кадровом обеспечении ТС

Фундаментальное образование инженерных кадров должно базироваться на фундаментальных науках: философии, математической теории систем, математической статистике, фундаментальной информатике, фундаментальных разделах физики, теории информационных процессов и систем и т.д. Роль этих наук в подготовке инженерных кадров очевидна и неоспорима. Для профессионалов, работающих в этих сферах науки и техники, ключевая роль фундаментального образования при подготовке инженерных кадров является очевидной. Приведем в качестве аргумента точку зрения эксперта в области информационных технологий и корпоративного образования Д. Волошина, который в [4] рассказывает о проблемах подготовки ИТ-специалистов. Автор [4] задает Д. Волошину вопрос о важности для ИТ-специальностей фундаментального образования. В ответе на этот вопрос эксперт подчеркнул: «Невообразимо важно. Отсутствие фундаментального образования ставит крест на последующем

развитии». Далее в своем ответе Волошин использует метафору дома и говорит о том, что «...здание карьеры нельзя выстроить, если в его основание не вбиты «сваи» фундаментального образования. В какой-то момент рост остановится и дальше двигаться будет невозможно, потому что нет базиса». Эта цитата – убедительное доказательство, что для профессионального роста ИТ-специалистов роль фундаментального образования чрезвычайно высока и неоспорима. Этот вывод относится к подготовке всех инженерных кадров.

Для ИТ-специальностей среди вышеперечисленных наук центральное место занимает математика. В [5] отмечается, что особое место математики объясняется тем, что, во-первых, математические методы широко используются в любой инженерной профессии, а во-вторых, мировоззрение инженера и, соответственно, его профессиональная карьера развиваются и обогащаются только тогда, когда его познание общественной жизни, природы и мира базируется на математических методах. В настоящее время ИТ-технологии являются обязательной компонентой учебных планов всех вузовских направлений и специальностей, поэтому последовательность

модель – алгоритм – программа – внедрение (1)

лежит в основе подготовки всех современных инженеров. На первом месте в последовательности (1) находится термин «модель» и это вполне естественно, так как «математическая модель – это универсальное средство осуществления любой деятельности субъекта» [5, 6]. Здесь субъект – это любое лицо, принимающее решение, – исследователь, инженер, студент и т.д. На всех этапах своего обучения студенты используют математические методы и модели. Это продолжается в течение всей профессиональной деятельности инженера. Итак, в кадровом обеспечении ТС страны ключевая роль фундаментального образования неоспорима и не подлежит сомнению.

Соотношение фундаментальной и прикладной науки в подготовке инженерных кадров

Во вводной части статьи отмечены различные типы ТС. Особый интерес представляет третий тип ТС, предполагающий создание целостных СТП. В [2] отмечается, что формирование СТП предполагает большой объем познавательной деятельности и аналитической работы по исследованию технологических цепочек. Ключевое значение в аналитической работе принадлежит прикладной науке, создающей технологии. Возникает вопрос о роли фундаментальной и прикладной науки в подготовке инженерных кадров и их соотношении в процессе подготовки. На этот вопрос можно ответить, используя системный подход [6]. Рассмотрим СТП как систему. В нашем исследовании полезно использовать стратифицированное описание СТП как системы, т.е. выделить уровни абстрагирования, которые в [7] обозначены термином «страты». Тогда стратифицированное описание СТП можно представить в

виде рис. 1, где представлены уровни абстрагирования СТП от его философского замысла (концепция и принципы построения СТП) до материального воплощения.



Рис. 1. СТП как стратифицированная система

Описание СТП как стратификации системы [7] обеспечивает различную степень детализации описания одной и той же системы (в нашем случае СТП) на разных этапах исследования и проектирования. Из стратифицированного описания следует, что на разных этапах СТП описывается различными средствами и на языках разных наук. Страта № 6 названа философской и содержит познавательное описание: концепция и принципы построения СТП. Страта № 5 именуется теоретической и она дает описание СТП на языках различных научных теорий. На этих двух верхних уровнях стратифицированного представления СТП используются языки фундаментальных наук. Страта № 4 является проектной и содержит проектное представление (обеспечение) СТП. На страте № 3 содержится конструкторская документация (конструкторское обеспечение) СТП, поэтому она именуется конструкторской. Страта № 2 содержит технологическое обеспечение СТП и названа технологической. Нижняя страта (№ 1) является производственной, на ней представлено материальное воплощение СТП. На перечисленных четырех нижних уровнях (стратах) применяются языки прикладных наук.

В суверенной экономике, главной характеристикой которой является ТС, множество СТП велико и разнообразно, поэтому спектр привлекаемых для их разработки фундаментальных и прикладных научных теорий также обширен. В связи с этим вопрос о роли фундаментальной и прикладной науки в подготов-

ке инженерных кадров и их соотношении в процессе должен решаться с учетом интересов заказчиков этих кадров, представляющих критически важные сферы суверенной экономики. Системный подход к ответу на этот вопрос обеспечивает формулировку основных принципов формирования команд-разработчиков СТП, которыми могут руководствоваться технологические компании при оформлении договоров с университетами на целевую подготовку инженерных кадров и университеты при выполнении этих договоров.

Многослойная система принятия решений по формированию СТП

Формирование СТП, как правило, начинается в условиях значительной неопределенности, которая обусловлена и реальным стечением обстоятельств, и внешней средой СТП как системы. Теория систем [6, 7] рекомендует для уменьшения неопределенности подобных ситуаций использовать метод многоуровневой структуризации [7]. Суть метода состоит в выделении уровней сложности принимаемого решения, которые в [7] обозначены термином «слой». Слоистая структура задает иерархию как совокупность последовательно решаемых проблем. В этой иерархии выделение проблем осуществляется так, чтобы решение расположенной выше проблемы определяло ограничения для исследования на нижележащем уровне и снижало неопределенность нижележащей проблемы.

Многослойную иерархию системы принятия решений иллюстрирует рис. 2: каждый i -й слой представляет собой блок C_i , принимающий решения и вырабатывающий ограничения для нижележащего блока C_{i-1} . Обозначим через X_{i-1} выход блока C_i , тогда для блока C_2 выходом является X_1 , а входом блока C_2 служит X_2 , который является выходом блока C_3 . Этот блок более высокого уровня и он принимает решения более высокого уровня. В результате проблема принятия решения со значительной неопределенностью на верхнем уровне разбивается на многоуровневую (многослойную) последовательность проблем со значительным снижением неопределенности на нижних уровнях иерархии принятия решений.

Таким образом, полученная многослойная иерархическая последовательность позволяет решить сложную проблему со значительной неопределенностью.

Примеры многослойной системы принятия решений имеются как в быту, так и в работе. Эти примеры приводятся в [6, 7]. Применительно к теме нашей статьи рассмотрим пример многослойной системы принятия решений по организации и планированию научной и опытно-конструкторской работы (НИОКР). В научном исследовании на первом этапе возникает некоторое предположение о замысле исследования, которое затем формулируется как гипотеза об объекте исследования (ОИ). Эту гипотезу исследователь должен подтвердить или опровергнуть в процессе выполнения НИОКР. В организации и планировании НИОКР предопределено, что после определения ОИ

требуется определить предмет исследования (ПИ), далее необходимо задать цель исследования (ЦИ) и на ее основе сформулировать задачи исследования (ЗИ).

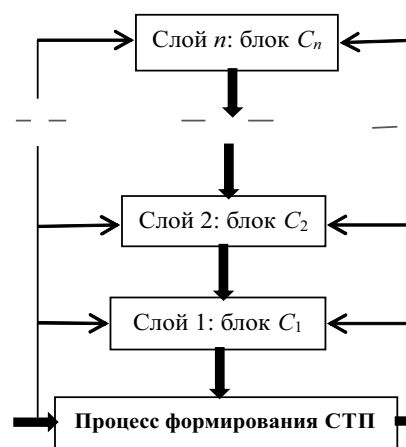


Рис. 2. Многослойная иерархия принятия решений по формированию СТП

Решение ЗИ базируется на представленной выше последовательности (1), на ее основе выбираются методы, и/или модели, и/или методики решения ЗИ. Этот процесс обозначим условно через МРЗ. На основе МРЗ формулируются алгоритмы решения ЗИ (АРЗ), на базе которых разрабатываются программы решения ЗИ (ПРЗ). Если ПРЗ являются конечным продуктом, т.е. формируемой СТП, то на этом процесс научной работы можно считать завершенным. Однако ТС часто требует внедрения (применения) ПРЗ, поэтому возникает этап внедрения ПРЗ (ВРЗ). Таким образом, получается следующая последовательность:

$$\text{ОИ} - \text{ПИ} - \text{ЦИ} - \text{ЗИ} - \text{МРЗ} - \text{АРЗ} - \text{ПРЗ} - \text{ВРЗ}. \quad (2)$$

Цепочку понятий (2) легко представить в виде рис. 2 как многослойную систему принятия решений по организации НИОКР. В данном примере по организации НИОКР восемь слоев, т.е. $n = 8$. Верхний слой в иерархии занимает ОИ, следующим слоем является слой ПИ, который определяет слой ЦИ. Затем на 4-м уровне иерархии расположен слой ЗИ. Точные формулировки первых четырех терминов в последовательности (2) и, соответственно, верхних четырех уровней-слоев на рис. 2 можно найти во многих работах по организации научной деятельности, например в [8]. Уровни-слои 5–8 соответственно занимают МРЗ, АРЗ, ПРЗ и ВРЗ, содержание этих терминов и уровней-слоев иерархии представлено выше. Итак, процесс формирования СТП можно представить как многоуровневую многослойную систему принятия решений, которая легко интерпретируется как схема организации и планирования НИОКР.

Обучение решению задач – базис подготовки кадров для ТС

В последовательности (2) и соответствующей многослойной системе принятия решений (см. рис. 2)

центральное место занимают ЗИ, а на последующих этапах, включая заключительный, также решаются задачи исследования. То есть обучение решению задач является основой высшего технического образования в современном цифровом мире [8] и, следовательно, является базисом фундаментальной и прикладной подготовки специалистов для кадрового обеспечения ТС. На решении задач базируется преподавание математических и инженерных дисциплин в техническом университете [5, 8]. Знаменитый математик Д. Пойа написал об этом следующее [9, с. 144]: «Решение задач – специфическое достижение разума, разум же – особый дар, которым наделен человек». Эта цитата подтверждает вывод о том, что обучение решению задач должно быть стержнем всех методик преподавания математических и технических дисциплин, необходимых для подготовки современного инженера, т.е. обучение решению задач является базисом подготовки кадров для ТС.

Задачи в математических и инженерных дисциплинах являются обязательным атрибутом, однако их решение часто представляется студентам не только трудным барьером в изучении дисциплины, но и занятием, лишенным прагматического смысла. Возникает вопрос: «Как объяснить студентам, что решение задач по изучаемой математической и/или инженерной дисциплине является трудной, но не бессмысленной, работой и имеет колоссальное практическое значение для их становления инженерами, призванными обеспечить ТС страны?». Ответить правильно на этот вопрос, преодолеть обозначенный барьер в сознании каждого студента можно только совместной работой преподавателя и студента в процессе выполнения индивидуальных практических и индивидуальных лабораторных работ по изучаемой дисциплине. В [8] это утверждение иллюстрируется примером изучения студентами методов планирования инженерных экспериментов и методов обработки результатов экспериментов в дисциплине «Методы планирования эксперимента» [10, 11]. Необходимые компетенции приобретаются каждым студентом при выполнении индивидуальных лабораторных работ: каждый студент получает умения и навыки как проведения научных инженерных экспериментов, так и применения современных ИТ-технологий. Лабораторные задания выполняются с использованием известных пакетов прикладных программ. Важно, чтобы у каждого студента было индивидуальное творческое задание. Выполнение таких работ с элементами научного исследования и использованием современных ИТ-технологий представляет для студента увлекательное занятие. В итоге выполнения такого задания каждый студент получает новый для себя научный результат. Для выполнения лабораторных работ необходимы знания не только из нашего учебника [10], но сведения из курса математической статистики по обработке результатов эксперимента. Учебные дисциплины по теории вероятностей

и математической статистике обычно читаются студентам на младших курсах, а на старших курсах знания по этим дисциплинам, как правило, забываются, поэтому перед выполнением каждой лабораторной работы студентам необходимо восстановить знания, что полезно для математической тренировки будущего инженера. Итак, при изучении практически каждой математической и/или инженерной дисциплины необходимо последовательно ставить перед студентами задачи исследования различной степени сложности, решение которых позволяет внести элементы научного творчества в процесс обучения и, как следствие, усиливает мотивацию студентов в учебном процессе.

Заключение

Базисом кадрового обеспечения ТС страны является система инженерного образования на основе рационального сочетания фундаментальной и прикладной подготовки специалистов. В процессе подготовки инженерных кадров ключевую роль выполняет фундаментальное образование, но необходимо рациональное соотношение фундаментальной и прикладной науки в этом процессе. Ответ на вопрос о выборе этого соотношения дан на основе системного подхода. При формировании СТП на начальных этапах имеется значительная неопределенность, обусловленная реальным стечением обстоятельств и внешней средой СТП как системы. Для уменьшения неопределенности подобных ситуаций предлагается использовать метод многоуровневой многослойной структуризации. В образовательном процессе в интересах ТС велика роль обучения студентов самостоятельному решению задач. Этот вывод подтверждается примером изучения конкретной дисциплины. В процессе обучения следует ставить перед студентами научные задачи различной степени сложности. Это вносит новизну в процесс обучения и усиливает их мотивацию.

Литература

1. Афанасьев А.А. Технологический суверенитет: к вопросу о сущности // Креативная экономика, 2022. Т. 16, № 10. С. 3691–3708.
2. Константинов И.Б., Константинова Е.П. Технологический суверенитет как стратегия будущего развития российской экономики // Вестн. Поволж. института управления. 2022. Т. 22, № 5. С. 12–22.
3. Научный спецназ и ручное управление: в правительстве раскрыли, как и когда Россия достигнет технологического суверенитета. URL: <https://sibkrai.ru/news/2/974108/?ysclid=loweex44w8592444953> (дата обращения: 12.11.2023).
4. Шеян И. Кадры для цифровой экономики // Открытые системы. СУБД. 2021 № 02. URL: <https://www.osp.ru/os/2021/02/13055893> (дата обращения: 12.11.2023).
5. Кориков А.М. Роль математических дисциплин в повышении качества высшего технического образования // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2022. Ч. 1. С. 295–299.

6. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: справ. / под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. М.: Финансы и статистика, 2006. 848 с.

7. Месарович М., Мако Д., Такахага И. Теория иерархических многоуровневых систем. М.: Мир, 1973. 344 с.

8. Кориков А.М. Обучение решению задач как основа высшего технического образования в современном цифровом мире // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Трансформация образования, науки и производства – основа технологического прорыва: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2023. Ч. 2. С. 56–60.

9. Пойа Д. Математическое открытие. Решение задач: основные понятия, изучение и преподавание. М.: Наука, 1976. 448 с.

10. Кориков А.М. Методы планирования эксперимента: учеб. пособие. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2021. 200 с.

11. Кориков А.М. Методы планирования эксперимента: лаб. практикум. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2022. 56 с.

Кориков Анатолий Михайлович

Д-р техн. наук, профессор, профессор каф. автоматизированных систем управления (АСУ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050

Тел.: +7 (3822) 70-15-36

Эл. почта: anatolii.m.korikov@tusur.ru

Korikov A.M.

Fundamental and Applied Specialists' Training as the Basis for Staffing the Technological Sovereignty of Russia

The basis for staffing the technological sovereignty (TS) of the country is the system of engineering education based on a rational combination of fundamental and applied specialists' training. Different types of TS are noted. The main attention is paid to TS type, which is based on the fact that business, scientific, industrial and other organizations of the country have exclusive rights to all components of the technological chain. This TS type involves the creation of sovereign technology packages (STP). When they are formed at the initial stages, there is considerable uncertainty due to a real combination of circumstances and the external environment of the package as a system. To reduce the uncertainty of such situations, the method of multilevel multilayer structuring is proposed. Based on this method, a multilayered hierarchy of decision-making on the formation of STP has been developed, which is interpreted as a scheme for organizing and planning scientific and development work. It is proved that problem solving training is the basis for training personnel for the TS. This statement is confirmed by the students' study of the 'Methods of Experiment planning' subject.

Keywords: technological sovereignty, types of technological sovereignty, fundamental education, applied science, sovereign technology package, principles of specialist training, multilayer structuring, problem solving, modeling, experiment planning.

References

1. Afanas'ev AA. Tekhnologicheskij suverenitet: k voprosu o sushchnosti [Technological sovereignty: on the issue of

the essence]. Kreativnaya ekonomika [Creative economy]. 2022;16(10): 3691-3708. (In Russ.)

2. Konstantinov IB, Konstantinova EP. Tekhnologicheskij suverenitet kak strategiya budushchego razvitiya rossijskoj ekonomiki [Technological sovereignty as a strategy for the future development of the Russian economy]. Vestnik Povolzhskogo instituta upravleniya [Bulletin of the Volga Region Institute of Management]. 2022;22(5):12-22. (In Russ.)

3. Nauchnyj specnaz i ruchnoe upravlenie: v pravitel'stve raskryli, kak i kogda Rossiya dostignet tekhnologicheskogo suvereniteta. [Scientific special forces and manual control: the government has revealed how and when Russia will achieve technological sovereignty]. Available form: <https://sibkray.ru/news/2/974108/?ysclid=loweex44w8592444953> [Accessed: 12 November 2023]. (In Russ.)

4. Sheyan I. Kadry dlya cifrovoj ekonomiki [Human resources for the digital economy]. Otkrytye sistemy. SUBD [Open systems. DBMS.]. 2021;02. Available from: <https://www.osp.ru/os/2021/02/13055893> [Accessed: 12 November 2023]. (In Russ.)

5. Korikov A.M. Rol' matematicheskikh disciplin v povyshenii kachestva vysshego tekhnicheskogo obrazovaniya [The role of mathematical disciplines in improving the quality of higher technical education]. Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii. Ch. 1. [Modern education: integration of education, science, business and government. Proc. of the international scientific and methodological conference. Part 1]. Tomsk. TUSUR. 2022 (1):295-299. (In Russ.)

6. Volkova VN, Emel'yanov A.A. Teoriya sistem i sistemnyj analiz v upravlenii organizacijami: spravochnik [Systems theory and system analysis in the management of organizations: handbook]. M.: Finansy i statistika;2006. (In Russ.)

7. Mesarovich M, Mako D, Takahara I. Teoriya ierarchicheskikh mnogourovnevnyh sistem [Theory of hierarchical multilevel systems]. M.: Mir;1973. (In Russ.)

8. Korikov A.M. Obuchenie resheniyu zadach kak osnova vysshego tekhnicheskogo obrazovaniya v sovremenom cifrovom mire [Problem solving training as the basis of higher technical education in the modern digital world]. Integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii. Ch.2 [Integration of Education, Science, Business and Government. Proc. of the international scientific and methodological conference. Part 2]. Tomsk. TUSUR. 2023;(2):56-60. (In Russ.)

9. Poja D. Matematicheskoe otkrytie. Reshenie zadach: osnovnye ponyatiya, izuchenie i prepodavanie [A mathematical discovery. Problem solving: basic concepts, learning and teaching]. M.: Nauka;1976. (In Russ.)

10. Korikov A.M. Metody planirovaniya eksperimenta [Methods of experiment planning]. Tomsk: TUSUR;2021. (In Russ.)

11. Korikov A.M. Metody planirovaniya eksperimenta: laboratornyj praktikum [Methods of experiment planning: laboratory practice]. Tomsk. TUSUR;2022. (In Russ.)

Anatoly M. Korikov

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp, Tomsk, Russia, 634050

Phone: +7 (382-2) 70-15-36

Email: anatolii.m.korikov@tusur.ru

Секция 1

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ: ТЕНДЕНЦИИ, ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ

УДК 004.021

Н.Ю. Кутуков, А.Н. Важдает, А.А. Мицель

RPA-СИСТЕМА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ

Рассмотрены особенности применения RPA-систем в образовательных учреждениях. Указаны типичные задачи, которые должна решать данная система. Представлена модель работы преподавателя с системой для выполнения рутинных ежедневных задач. Для задачи оценивания работ обучающихся представлен алгоритм оценивания, состоящий из 6 этапов, подходящий для проверок работ различного типа сложности. Представлено описание шагов оценивания.

Ключевые слова: роботизация, автоматизация, искусственный интеллект, robotic process automation, образование, образовательная сфера, машинное обучение.

Введение

В условиях постоянно развивающейся сферы образования и информационных технологий образовательные учреждения сталкиваются с тем, что необходимо обрабатывать больше информации, чем позволяют их человеческие и технологические возможности. При этом обучающиеся ожидают быстрой обратной связи и объективной оценки знаний [1].

В таких условиях наиболее выгодным будет применение методологии роботизации процессов посредством Robotic Process Automation (RPA). RPA – это вид роботизации, основанный на программных роботах, работающих поверх имеющейся системы и имитирующих человеческое поведение за компьютером. Любые задачи, которые можно описать алгоритмически, можно перенести на RPA роботов.

Изначально RPA-системы в образовании выполняли преимущественно административные задачи, но постепенно с развитием технологии и внедрением

методов машинного обучения начали осуществлять более сложные задачи, такие как общение со студентами, составление расписаний преподавателей и т.д. [2, 3].

Целью работы является разработка модели и алгоритма работы RPA-системы для автоматизации деятельности преподавателя с последующим её расширением до масштабов всего образовательного учреждения.

Уникальность разрабатываемой системы заключается в направленности RPA-системы на образовательную сферу, а также в алгоритме решения отдельных задач, таких как анализ работ, составление расписания, взаимодействие с обучающимися.

Особенности использования RPA в образовании и выполняемые задачи

Перед описанием функционала RPA-системы для образовательного учреждения опишем в табл. 1 задачи, которые может на себя взять данная система.

Таблица 1

Задачи образовательного учреждения, подлежащие роботизации

Пояснения	Уровень задач		
	Административные	Гибридные	Задачи по коммуникации со студентами
Описание	Реализация RPA не отличается от аналогов данных систем в сфере бухгалтерского учета, работы отдела кадров	Не связаны напрямую с обучением, но имеющие отношение к обучающимся	Связаны с обучающимися и их взаимодействием с учебным заведением
Автоматизируемые функции	Финансовая отчетность Работа отдела кадров	Посещаемость Управление грантами Финансовая помощь	Составление индивидуального расписание преподавателей Проверка заданий Автоматизация работы с системой управления обучением Помощь в поиске работы после завершения обучения

Роботизация административных задач – это наиболее часто решаемая системами RPA проблема. RPA в данном случае работает с уже известными данными по

заранее созданным сценариям, имеет место полная роботизация без вмешательства человека. При гибридной автоматизации система взаимодействует с пользовате-

лем, предоставляя по итогам работы множество наиболее подходящих решений, например составленных расписаний преподавателей. Пользователь же должен выбрать решение с учётом потребностей людей, которых это решение затрагивает.

Задачи, связанные напрямую с коммуникацией с обучающимися, решаются также совместно с пользователем, но, помимо этого, применяются методы обработки текстов на естественном языке для вычленения смысла из сообщения или изображения, если таковое присутствует. После получения смысла текста используются методы машинного обучения для создания хорошо воспринимаемых человеком текстов.

Итак, исходя из приведённых задач для автоматизации и функционала RPA-систем в других сферах можно составить требования к системе для образовательного учреждения [4]:

- ♦ возможность создания собственных сценариев с помощью средств визуального программирования;

- ♦ возможность проверки и оценивания работ обучающихся;
- ♦ роботизация перечисленных в вышеуказанной таблице задач;
- ♦ интеграция с системой управления обучением университета;
- ♦ независимость от платформы пользователя.

Поскольку целью данной работы является автоматизация именно деятельности преподавателя, опишем модель RPA-системы с этой точки зрения.

Модель RPA-системы для преподавателя

Для моделирования работы преподавателя с RPA-системой воспользуемся языком описания бизнес-процессов Business Process Model and Notation (BPMN), подходящим для взаимодействия пользователя с системой. Модель, отражённая на рис. 1, показывает процесс работы преподавателя, в частности проверку студенческих работ в системе управления обучением ТУСУРа.

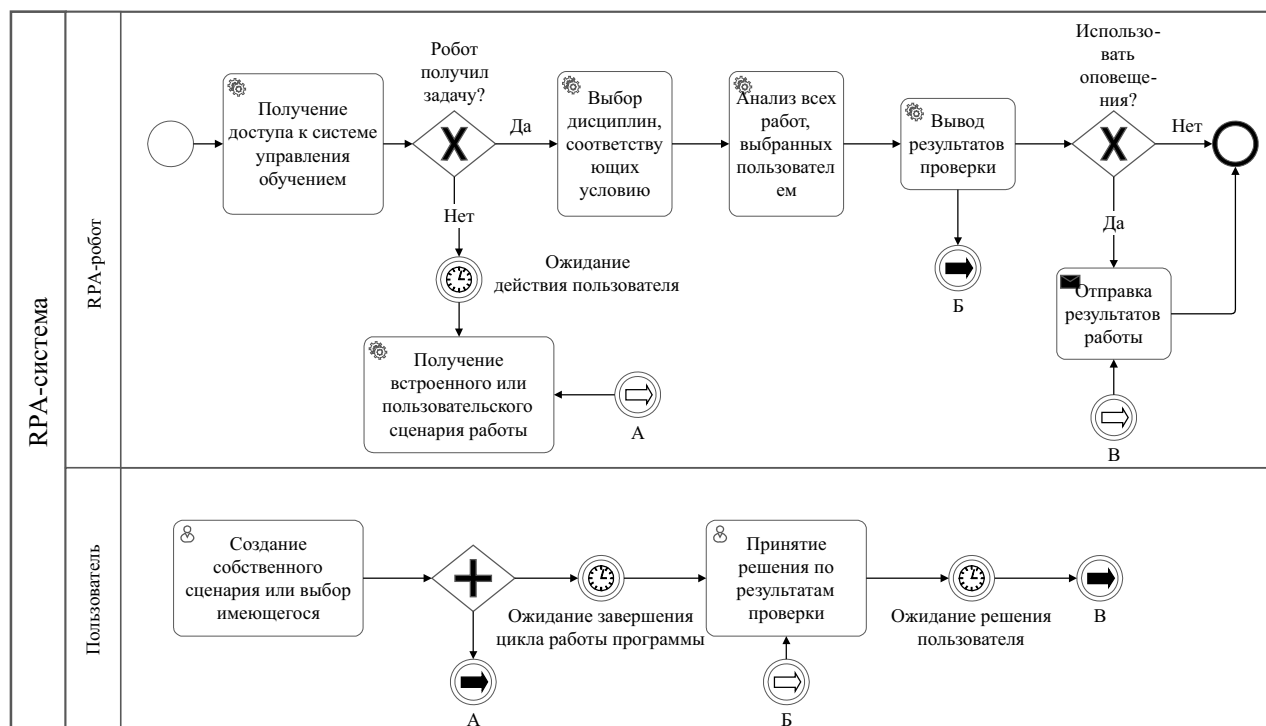


Рис. 1. Процесс работы пользователя с системой при принятии решения

На схеме отражён общий процесс взаимодействия преподавателя с RPA-системой. Как видно из модели, система уже после начала работы ждёт решения пользователя; данный шаг необходим, поскольку в этом случае рассматривается процесс принятия решений при проверке работ обучающихся различной сложности, начиная с практических заданий и заканчивая проверкой курсовых и дипломных работ.

На рисунке следует отметить ссылки, которые отражают совместную работу пользователя и RPA-системы:

- ♦ ссылка А отражает отправляемый пользователем сценарий, созданный им с помощью средств визуального программирования или уже имеющийся в системе;
- ♦ ссылка Б отражает принятое преподавателем решение касательно проверенной работы, которое впоследствии будет занесено в систему обучения;
- ♦ ссылка В отвечает за всё множество исправленных документов, замечаний, сообщений, которые будут отправлены как оповещения тем обучающимся, чьи работы были проверены.

Алгоритм анализа работ

Оценка нетестовых видов работ – нетривиальная задача, поэтому полностью перекладывать эту задачу на робота не стоит, однако можно в достаточной степени сделать предварительную оценку работы, исходя из которой преподаватель сможет вынести своё решение. Разделим предварительную проверку на шесть этапов:

- проверка на стандарты образовательного учреждения;
- логическая проверка;
- семантическая проверка;
- проверка на антиплагиат – выполняется по желанию пользователя, в работах, где в этом есть необходимость;
- проверка на хэш-функцию (для всех работ);
- эталонная проверка.

Первая проверка, исходя из названия, включает соответствие общего оформления работы стандарту образовательного учреждения; также сразу отмечаются все найденные несоответствия в документе, чтобы в будущем обучающийся увидел свои ошибки.

Логическая проверка состоит в проверке соответствия работы заданию и срокам сдачи. Необходима также для отсеивания работ, отправленных по ошибке.

Семантическая проверка включает в себя проверку текста на читаемость с помощью адаптированного под русский язык индекса удобочитаемости Флеша [5], а также проверку текста на слова-маркеры, зависящие от тематики работы.

Для проверки на антиплагиат используется внутренний антиплагиат ТУСУРа. Для анализа практических и лабораторных работ используется сравнение с внутренней базой данных работ системы.

Для простых работ, где проверка антиплагиатом нецелесообразна, используется хэш-функция для отдельных сегментов работы (основная часть, заключение, списки литературы, аннотация и т.д.). Выделяя сегменты, можно определить части работы, которые были недобросовестно заимствованы.

Заключительная эталонная проверка с помощью методов машинного обучения анализирует текст работы и сравнивает её с эталонной, находящейся в базе данных. В результате выдаётся краткая сводка о соответствии работы заданию [6].

После того как работа положительно проходит эталонную проверку и проверку на хэш-функцию, она добавляется в базу данных для последующих проверок.

Результаты проверки в оценочном формате, соответствующем балловой системе, установленной пользователем, определяются выражением

$$R = \frac{\sum_{i=1}^k x_i \cdot c_i}{10} \cdot n.$$

Область определения и ограничения переменных можно представить в виде выражений

$$\sum_{i=1}^k c_i = 1, \quad 1 \leq x_i \leq 10,$$

$$n \in \{5, 10, 100\},$$

$$R \in [0; n],$$

$$\forall R \in N,$$

где k – количество этапов проверки, применённых при анализе работы. Для проверки курсовых работ применяются все 6 этапов проверки, для лабораторных или практических работ – 5 этапов;

x_i – значение коэффициента по каждому из этапов проверок;

c_i – вес данного коэффициента;

n – разрядность итоговой балльной системы;

R – полученный итоговый балл.

По результатам анализа преподавателя будет предоставлен итоговый балл работы и проверяемый файл с указанием недочётов в самом документе в виде комментариев и выделения проблемных элементов текста.

Заключение

Рассмотрена технология роботизации RPA в контексте образовательной сферы и рабочей деятельности преподавателя, указаны и описаны задачи, выполняемые RPA-системой. Для роботизации деятельности преподавателя представлена модель в нотации BPMN, для анализа работ студентов представлен алгоритм, состоящий из 6 этапов проверки.

Указанная в тексте статьи модель разрабатывалась с учётом рабочей деятельности преподавателя в системе управления обучением ТУСУРа и её функционала.

Модели, графики и формулы, использованные в тексте статьи, были созданы с помощью Microsoft Office Visio и MathType.

Литература

1. Кутуков Н.Ю. Место технологии RPA в современной системе образования и возможности её применения // Развитие современной науки и технологий в условиях трансформационных процессов. Махачкала: Алеф, 2022. С. 33–35.
2. Narcisa R.M. Machine Learning and Robotic Process Automation take Higher Education one step further // Romanian Journal of Information Science and Technology. 2022. Vol. 25, N 1. P. 92–99.
3. Кутуков Н.Ю., Важаев А.Н. Применение в образовании технологии автоматизации Robotic Process Automation // Доклады ТУСУР. 2023. Т. 26, № 2. С. 88–92.
4. Robotic Process Automation: A Scientific and Industrial Systematic Mapping Study / J.G. Enríquez, A. Jiménez-Ramírez, F.J. Domínguez-Mayo, J.A. García-García // IEEE Access. 2020. Vol. 8. P. 39113–39129.
5. Мизернов И.Ю., Гращенко Л.А. Анализ методов оценки сложности текста // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2015. № 18. С. 572–581.
6. Веребенников М.В. Автоматизация проверки знаний и навыков студентов в области прикладной математики и информатики: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06. Томск, 2004. 134 с.

Кутуков Никита Юрьевич

Аспирант каф. автоматизированных систем управления (АСУ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (983) 348-41-74
Эл. почта: rozaco0@gmail.com

Важдаев Андрей Николаевич

Канд. техн. наук, доцент каф. автоматизированных систем управления (АСУ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID 0000-0002-7925-7903
Тел.: +7 (3822) 70-15-36
Эл. почта: wazdaev@ngs.ru

Мицель Артур Александрович

Д-р техн. наук, проф. каф. автоматизированных систем управления (АСУ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0002-2624-4383
Тел.: +7 (3822) 70-15-36
Эл. почта: artur.a.mitsel@tusur.ru

Kutukov N.Y., Vazhdaev A.N., Mitsel A.A

RPA System for Decision-Making Support of University Teachers

The features of the use of RPA systems in educational institutions are considered. The typical tasks solved with the system are indicated. The model of the teacher's work with the system for performing routine daily tasks is described. For the task of evaluating students' work, an evaluation algorithm consisting of 6 stages suitable for checking works of various types of complexity is presented. The description of the assessment steps is shown.

Keywords: robotics, automation, artificial intelligence, robotic process automation, education, educational sphere, machine learning

References

1. Kutukov NY, Mesto tekhnologii RPA v sovremennoj sisteme obrazovaniya i vozmozhnosti eyo primeneniya [The place of RPA technology in the modern education system and the possibilities of its application]. Razvitie sovremennoj nauki i tekhnologii v usloviyah transformacionnyh processov [Devel-

opment of modern science and technology in conditions of transformational processes]. 2022:33-35. (In Russ.)

2. Narcisa RM. (2020) 'Machine Learning and Robotic Process Automation take Higher Education One Step Further', Romanian Journal of Information Science and Technology, 2022, 25(1), pp. 92–99.

3. Kutukov NY, Vazhdaev AN. Primenenie v obrazovanii tekhnologii avtomatizacii Robotic Process Automation [Application of RPA automation technology in education]. Doklady TUSUR [Proceedings of TUSUR University]. 2023;26(2):88-92. (In Russ.)

4. Enríquez JG, Jiménez-Ramírez A, Domínguez-Mayo FJ, García-García JA. (2020) 'Robotic Process Automation: A Scientific and Industrial Systematic Mapping Study', IEEE Access, 8, pp. 39113–39129.

5. Mizernov IY, Graschenko LA. Analiz metodov ocenki slozhnosti teksta [Analysis of methods for assessing the complexity of the text]. Novye informacionnye tekhnologii v avtomatizirovannyh sistemah [New information technologies in automated systems]. 2015; 18:572-581. (In Russ.)

6. Veretennikov M.V. Avtomatizaciya proverki znanij i navykov studentov v oblasti prikladnoj matematiki i informatiki. [Automation of testing students' knowledge and skills in the field of applied mathematics and computer science] [Dissertation]. Tomsk; 2004 (in Russ.)

Nikita Y. Kutukov

PhD student, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (983) 348-41-74
Email: rozaco0@gmail.com

Andrey N. Vazhdaev

PhD in Engineering Sciences, Assistant Professor, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0002-7925-7903)
Phone: +7 (382-2) 70-15-36
Email: wazdaev@yandex.ru

Artur A. Mitsel

Doctor of Technical Sciences, professor, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0002-2624-4383)
Phone: +7 (382-2) 70-15-36
Email: artur.a.mitsel@tusur.ru

УДК 343.13

В.Л. Юань

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В РЕШЕНИИ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОБЩЕТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПРАВОВЫХ ДИСЦИПЛИН

Внедренная во многих учебных заведениях среднего и высшего профессионального образования балльно-рейтинговая система обучающихся на сегодняшний день не смогла существенно повлиять на сложившуюся педагогическую практику, а по факту она стала лишь еще одной формальностью: заполняются либо оценочные листы, когда сумму баллов просто делят на количество часов по нагрузке и выставляют так, чтобы на выходе выходили непротиворечивые цифры в ведомостях, либо по факту, когда преподаватель вывел оценки обучающимся по итогам изучения учебной дисциплины и уже под них подгоняет баллы каждому обучающемуся. Сложившаяся картина приводит к необходимости совершенствования балльно-рейтинговой системы путем расширения области ее применения, когда сама система перестает быть формальностью.

Ключевые слова: балльно-рейтинговая система, успеваемость, методика, педагогический подход, педагогика, организация управления, контроль образовательного процесса.

Введение

В образовательном процессе, как и в любой другой деятельности человека, где присутствует взаимодействие людей, на первый план всегда выходят вопросы организации этой деятельности, поскольку все остальные вопросы, составляющие ее содержательную часть, не имеют каких-либо шансов на разрешение раньше, чем организационные аспекты. Как и в любой деятельности, все начинается с планирования и речь не об учебных программах и тематических планах занятий, поскольку любой практикующий преподаватель знаком с объективно существующей необходимостью адаптировать все программы и планы под занятия с учетом ограниченного количества времени, а о попытке четкого и буквального следования без оценки текущей обстановки и надлежащей адаптации к реальной действительности. Это приводит, скорее, к негативным последствиям: ведь ни для кого не секрет, что рассчитанные на малое количество часов темы могут вызвать больше сложностей у обучающихся, чем изначально предполагалось, и наоборот. Несмотря на то что обучающиеся разных годов набора могут сильно отличаться друг от друга, существуют общие элементы образовательного процесса и у каждого набора обучающихся они будут присутствовать обязательно. Как и любая деятельность, образовательная сводится к результату, который в рассматриваемом случае сводится к прохождению обучающимися промежуточной аттестации по изучаемой учебной дисциплине. Как и любой результат, он может быть различным и различным будет его восприятие студентом с точки зрения справедливости, которая рассчитывается им субъективно как соотношение затраченных своих усилий на изучение учебной дисциплины и полученной им оценки по итогам прохождения им промежуточной аттестации. Кроме того, здесь также следует отметить фактор срав-

нения полученной им оценки с оценками, полученными при схожих условиях его одноклассниками. Поскольку зачастую на практике оценка выставляется преподавателем исходя из собственных выводов, цепочка построения которых редко является прозрачной для самих обучающихся, часть из них станет считать оценки несправедливыми, что в будущем может привести ко множеству негативных последствий:

- 1) теряется мотивация к тому, чтобы впредь стараться учиться, прикладывать усилия;
- 2) обучающийся поделится своими переживаниями с другими людьми, среди которых могут также оказаться будущие студенты, получившие после этого серьезный аргумент в пользу избегания ответственного подхода к учебе;
- 3) появится повод вымещать обиду на других, особенно когда будущий специалист займет соответствующую должность;
- 4) снижается мотивация в целом в академической группе, возможны внутригрупповые конфликты на этой почве;
- 5) в будущем рассматриваемый выпускник может продолжить развивать систему аргументации в пользу того, что бесполезно выполнять свою работу эффективно.

Цель

Научный поиск оптимального решения вопроса эффективной организации образовательной деятельности в высшем образовании привел к разработке системы академических счетов, которые делают весь процесс обучения прозрачным, доступным для понимания и легким для оценки, в т.ч. преподавателем. Кроме того, многие проблемные моменты, включая конфликтные ситуации, неизбежные в процессе преподавания, также получают как минимум еще один вариант разрешения.

Методика

В основе предлагаемой методики были положены имеющиеся на сегодняшний день результаты исследований проблемных вопросов реализации балльно-рейтинговой системы в обучении студентов [1, с. 124; 2, с. 98; 3, с. 58] и исследования, посвященные вопросам внедрения цифровых технологий в образовательный процесс учебных заведений среднего и высшего профессионального образования [4, с. 9; 5, с. 278; 6, с. 328].

На первом занятии по учебной дисциплине преподаватель знакомится с обучающимися, осуществляет контроль посещаемости и обсуждает вопросы организации изучения учебной дисциплины, среди которых на первое место, с точки зрения интересов обучающихся, выходит вопрос о прохождении промежуточной аттестацией в форме зачета, дифференцированного зачета, экзамена и др. Известная многим практика академических предпочтений, т.н. «автоматы», несмотря на отсутствие формальных оснований для реализации на зачете или экзамене, повсеместно встречается в педагогической деятельности преподавателей, которые все еще во многом свободны в оценке знаний обучающихся. Именно упрощение порядка сдачи зачета или экзамена, включая получение т.н. «автоматов», лежит в основе мотивации к обучению у подавляющего большинства студентов.

Суть предлагаемой методики заключается в сведении всех академических достижений (явка на занятия, выполнение учебных задач, успешное прохождение контрольных точек, отсутствие академических задолженностей, надлежащая дисциплина и т.п.) и нарушений со стороны обучающихся (неявка на занятия, невыполнение учебных задач, нарушение дисциплины и т.д.) к балльно-рейтинговой системе, свободной от пределов (к примеру, не более 40 баллов за семестр до промежуточной аттестации и не более 60 баллов по итогам промежуточной аттестации) и имеющей определенную единицу измерения, не представляющую из себя аналог академического балла. Такая единица может иметь разные наименования (к примеру, на практике использовалось наименование «veritas» или сокращенно «ver») и от количества этой единицы зависит наличие или отсутствие дополнительных вопросов, заданий на зачете или экзамене, а также решение вопроса о предоставлении иных академических предпочтений тому или иному обучающемуся. Для наибольшей прозрачности и простоты в решении вопросов организации учебного процесса следует подробно расписать, за какие учебные достижения студентам полагаются начисления, а за какие нарушения – штрафы, к примеру:

- опоздание на занятие: -10 ver. ;
- неявка на занятие: -30 ver. ;
- явка на занятие: $+20 \text{ ver.}$;
- нарушение дисциплины: -5 ver. ;

повторное нарушение дисциплины: $-10 \text{ ver} * n$, где n – каждое повторное нарушение дисциплины на занятии в течение дня. Например, второе нарушение дисциплины за день будет иметь штраф в размере минус 20 ver., за третье – минус 30 ver и т.д.

При проверке работ и домашних заданий студентов возможны 3 варианта оценивания:

1) установить эквиваленты академическим оценкам:

- оценка «отлично» = $+50 \text{ ver.}$;
- оценка «хорошо» = $+30 \text{ ver.}$;
- оценка «удовлетворительно» = 0 ver. ;
- оценка «неудовлетворительно» = -18 ver. ;

2) установить штрафы за каждую найденную ошибку в работе обучающегося: 1 ошибка: -5 ver. ;

3) установить исходную сумму и ввести штраф, который будет вычитаться из нее за каждую найденную ошибку в работе обучающегося:

- исходная: 100 ver.;
- 1 ошибка: -10 ver.

Размеры штрафов и вознаграждений устанавливаются преподавателем исходя из собственных предпочтений еще на этапе знакомства с учебной группой. Вместе с тем следует учитывать ситуацию, когда получивший на занятии слишком большой штраф обучающийся может счесть разумным прогуливать занятия, так как штраф за неявку может оказаться меньше, чем штрафы, полученные им на занятии. В связи с этим можно ввести правило, согласно которому определенное количество пропусков обучающегося также влекут за собой штраф.

В ходе практической реализации данной методики выяснилось, что не всегда удается корректно определять начисления за учебные достижения и штрафы за нарушения. Кроме того, в некоторых случаях индивидуальные штрафы не имеют ожидаемой эффективности, поэтому в последующем был выделен вторичный контур в описываемой методике – еще одна единица измерения индивидуальных достижений обучающихся, которая имеет отличное от первой наименование (к примеру, на практике использовалось наименование «impregium», или сокращенно «im»), сместившая первую в решении вопроса о предоставлении академических предпочтений в тех или иных формах тому или иному обучающемуся. Разница в соотношении ver к im есть величина, которая устанавливается преподавателем также на первом занятии с обучающимися, но может варьироваться в зависимости от общей ситуации при работе с группой, что в определенной степени замыкает систему на доминирующую внутри учебной группы корпоративную этику.

Возможна ситуация, когда студент по итогам занятий имеет отрицательный рейтинг. Целесообразно установить привязку отрицательных баллов (по отношению к ver) к определенному списку учебных задач, к примеру:

каждая 1 veg в отрицательной зоне: переписать от руки одну статью из нормативного правового акта целиком без сокращений;

каждые 5 veg в отрицательной зоне: 1 страница к докладу или реферату (минимальный объем устанавливается преподавателем);

каждые 10 veg в отрицательной зоне: решение 1 задачи из практикума.

Требования и ограничения

Необходимо не только проинформировать учебную группу о вводимых правилах, но и предоставить им постоянный доступ к данной информации, в связи с чем рекомендуется использовать мессенджер Telegram в версии, доступной для смартфонов, где для оперативной коммуникации с обучающимися создается группа.

Кроме того, требуется вести таблицу балльно-рейтинговой системы, которая обновляется после каждого занятия и направляется в группу. Учет и расчет индивидуальных показателей возможен по следующим вариантам.

1. Возложить на старосту группы данную обязанность, взамен начислив ему в конце семестра определенное количество баллов второй категории (2–4 ед.).

2. Ввести дежурство из 2–5 человек для того, чтобы каждую неделю или каждое занятие один из них осуществлял расчет баллов для всех обучающихся, взамен начислив им в конце семестра определенное количество баллов второй категории (1–2 ед.).

3. Ввести дежурство на каждого обучающегося в группе для того, чтобы каждую неделю или каждое занятие один из них осуществлял расчет баллов для всех обучающихся без начисления бонусных баллов.

4. Ввести обязательство каждого обучающегося осуществлять расчет по своим баллам самостоятельно, введя штраф за несвоевременное и(или) неполное исполнение данной обязанности в виде вычитания баллов первой категории за каждый эпизод неисполнения (20–40 ед.), а в случае выявления неверных начислений в сторону завышения ввести повышенный штраф в размере вычитания баллов первой категории (60–80 ед.).

Разные варианты имеют свои достоинства и недостатки. В целом многое зависит от контекста образовательного процесса, а также собственного стиля преподавателя. Последний вариант требует отдельных уточнений. Как показывает практика, когда какой-либо студент намеренно завышает свои баллы при индивидуальном расчете, кто-то из его группы это замечает и в индивидуальном порядке связывается с преподавателем, чтобы сообщить ему об этом параллельно с просьбой не раскрывать его(ее) личность, что в какой-то степени освобождает преподавателя от необходимости контролировать всех. Однако не исключены варианты, когда обучающиеся могут организовать стговор

и зачислить себе определенное количество баллов без всяких на то оснований. Последний описанный вариант может быть нейтрализован введением штрафа за обман хотя бы в виде одного эпизода при подсчете баллов в виде внепланового изменения разницы между баллами первой и второй категории в пользу второй, что ставит под угрозу имеющиеся баллы первой категории у обучающихся всей группы.

Далее представим сравнительную характеристику основных доступных вариантов для контроля обновления и актуализации индивидуальных показателей каждого обучающегося, где у.е. – условные единицы, баллы; 1 кат. – баллы первичного контура или первой категории (на практике – аналогичная баллам veg.); 2 кат. – баллы вторично-го контура или второй категории (на практике – аналогичная баллам Im).

1. Расчет производит преподаватель по всей группе. Срок: по собственному усмотрению. Поощрения и наказания отсутствуют. Достоинства: полный контроль. Недостатки: требуется много времени от преподавателя.

2. Расчет производит староста группы по всей группе. Срок: по запросу преподавателя или еженедельно. Поощрение: +2–4 у.е. 2 кат. Наказание: –50 у.е. 1-й кат. Достоинства: экономия времени преподавателя, упрощенная форма взаимодействия (всего 1 человек). Недостатки: необходимость в осуществлении контроля за старостой, вероятность поступления жалоб от старосты на значительный объем работ (особенно если в группе много людей).

3. Расчет производят 2–5 активистов по всей группе. Срок: еженедельно, активисты заменяют друг друга, действуя посменно. Поощрение: +1–2 у.е. 2-й кат. Наказание: повышение на 4 у.е. к курсу у.е. 2-й кат. по отношению к 1-й кат. Достоинства: экономия времени преподавателя, упрощенная форма взаимодействия с возможностью замены одного активиста другим. Недостатки: неисполнение по различным причинам, контроль за активистами, вероятность ухода из числа активистов тех или иных обучающихся.

4. Расчет производит каждый обучающийся по всей группе. Срок: еженедельно или ежедневно, каждый обучающийся заменяет другого, согласно списку группы, действуя посменно. Поощрение: отсутствует. Наказание: –10–20 у.е. 1-й кат. Достоинства: экономия времени преподавателя, принцип справедливости и равенства для всех обучающихся, отсутствие усталости у обучающихся (за весь семестр каждый продежурит не более 2 раз в зависимости от численности группы и количества пар в неделю). Недостатки: неисполнение по различным причинам, контроль за дежурными, попытки договориться и нарушение порядка дежурства.

5. Расчет производит каждый обучающийся только за себя. Срок: ежедневно. Поощрение: отсутствует. Наказание: –20–40 у.е. 1-й кат. Достоинства: экономия

времени преподавателя, простота расчета (каждому проще считать за одного себя). Недостатки: неисполнение по различным причинам, контроль за каждым обучающимся.

Поощрение целесообразно применять единообразно или 1 раз в месяц, наказание разумно применять за каждый эпизод допущенного нарушения или ошибки.

Сами правила могут меняться в течение семестра или на протяжении всего периода изучения той или иной учебной дисциплины. Однако нежелательно их часто менять, поскольку при реализации данной методики на практике выяснилось, что часто изменение правил приводит сразу к двум негативным последствиям: во-первых, обучающиеся начинают путаться и часть из них может исходить из старых правил, во-вторых, обучающиеся приучаются к тому, что преподаватель может легко изменять правила и будут пытаться разными способами воздействовать на него, чтобы он изменил правила в лучшую для них сторону.

С целью создания наиболее стабильной системы были найдены следующие решения:

1) сделать прирост курса постоянным, начиная с первого занятия: еженедельный прирост +2 (баллы 2-й категории укрепляются на 2 у.е. по отношению к баллам 1-й категории);

2) создать закрытый перечень наказаний, за которые положены штрафы, а также повышение текущего курса или увеличение прироста курса, с которым ознакомить всех студентов и опубликовать в общей беседе со студентами (мессенджере в Telegram) с самого начала;

3) изложить все правила наиболее кратко и просто, избегая длинных предложений;

4) стремиться вносить новые механизмы и правки как можно реже, знакомя с ними всех обучающихся.

Результат

Предлагаемая усовершенствованная балльно-рейтинговая система призвана решить ряд организационных вопросов, возникающих в ходе проведения лекционных и семинарских занятий по различным дисциплинам, в первую очередь при подготовке специалистов в сфере права, а именно:

1) создает своеобразную игровую среду, в которую вовлечены обучающиеся, наглядно демонстрирует им регулятивную (организационную) функцию права;

2) способна простимулировать обучающихся к активности на занятиях в силу наличия соревновательного эффекта;

3) позволяет учитывать академические достижения обучающихся с перспективой их ранжирования в зависимости от потребностей курса по усмотрению преподавателя в течение семестра;

4) помогает наилучшим образом организовать и провести промежуточную аттестацию в той или иной форме;

5) обеспечивает открытость и гласность образовательного процесса, нивелирующего возможные возражения обучающихся, связанные и их субъективными ощущениями справедливости при подходе к оцениванию, а также вероятные попытки с их стороны договориться вопреки установленным общим правилам.

Литература

1. Павлова Е.С. Балльно-рейтинговая система оценивания качества усвоения учебных дисциплин // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2016. Т. 5, № 2 (15). С. 124–127.

2. Зайцева Н.А. Балльно-рейтинговая система. Особенности и практика применения // Современные проблемы сервиса и туризма. 2011. № 4. С. 98–105.

3. Мерлина Н.И., Селиверстова Л.В., Ярдухина С.А. Балльно-рейтинговая система оценки качества успеваемости студентов // Балтийский гуманитарный журнал. 2015. № 3(12). С. 58–61.

4. Алексеева Т.А. Использование цифровых технологий при подготовке студентов по курсу «Криминалистика» // Современные тенденции развития непрерывного образования: вызовы цифровой экономики: материалы междунар. науч.-метод. конф., 30–31 января 2020 г., Россия, Томск. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2020. С. 9–10.

5. Ахмедшин Р.Л. Эффективность форм занятий в контексте изменения восприятия представителей современного студенчества // Современные тенденции развития непрерывного образования: вызовы цифровой экономики: материалы междунар. науч.-метод. конф., 30–31 января 2020 г., Россия, Томск. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2020. С. 278–279.

6. Юань В.Л. Методика решения задач на практических занятиях со студентами по отраслевым юридическим дисциплинам // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти: материалы междунар. науч.-метод. конф., 27–28 января 2022 г., Россия, Томск. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2022. С. 328–331.

Юань Владимир Лишиньевич

Ст. преподаватель каф. государственно-правовых дисциплин и правоохранительной деятельности (ГПДиПД) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050

Тел.: +7 (3822) 70-17-42

Эл. почта: z.heartdance@gmail.com

Yuan V.L.

Prospects of Developing a Point-Rating System in Educational Process for Organizational Goals when Teaching Basic Legal Disciplines

The point-rating system of students implemented in many educational institutions of secondary and higher professional education has not been able to significantly affect the current

pedagogical practice. In fact, it has become another formality: either assessment sheets are filled in, when the amount of points is simply divided by the number of hours of workload and set so that the output was consistent figures in the statements. Or fact, when the teacher brings out the grades for students according to the results of studying the discipline and already adjusts the points for each student to them. The current situation leads to the need of improving the point-rating system by expanding the scope of its application, when the system itself ceases to be a formality.

Keywords: point-rating system, academic performance, methodology, pedagogical approach, pedagogy, management organization, control of the educational process.

References

1. Pavlova ES. Ball'no-rejtingovaya sistema ocenivaniya kachestva usvoeniya uchebnyh disciplin [Point-rating system for measuring the quality of chemical disciplines]. *Azimuth nauchnyh issledovanij: pedagogika i psihologiya* [Azimuth of scientific research: pedagogy and psychology]. 2016;5(2-15): 124-127. (In Russ.)
2. Zaitseva NA. Ball'no-rejtingovaya sistema. Osobennosti i praktika primeneniya [Point-rating system. Features and practice of application]. *Sovremennye problemy servisa i turizma* [Modern problems of service and tourism]. 2011;(4):98-105. (In Russ.)
3. Merlina NI, Seliverstova LV, Yardukhina SA. Ball'no-rejtingovaya sistema ocenki kachestva uspevaemosti studentov [Point-rating system for assessing the quality of students]. *Baltijskij gumanitarnyj zhurnal* [Baltic Humanitarian Journal]. 2015;3(12):58-61. (In Russ.)
4. Alekseeva TA. Ispol'zovanie cifrovych tekhnologij pri podgotovke studentov po kursu «Kriminalistika» [The use of digital technologies in the preparation of students for the course 'Criminology']. *Sovremennye tendencii razvitiya nepreryvnogo obrazovaniya: vy'zovy' cifrovoj e'konomiki*. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii* [Modern trends in the development of continuing education: challenges of the digital economy. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2020:9-10. (In Russ.)
5. Akhmedshin RL. Effektivnost' form zanyatij v kontekste izmeneniya vospriyatiya predstavitelej sovremennogo studentstva [The effectiveness of forms of classes in nine changes in the perception of representatives of modern students]. *Sovremennye tendencii razvitiya nepreryvnogo obrazovaniya: vy'zovy' cifrovoj e'konomiki*. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii* [Modern trends in the development of continuing education: challenges of the digital economy. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2020:278-279. (In Russ.)
6. Yuan VL. Metodika resheniya zadach na prakticheskikh zanyatiyah so studentami po otraslevym yuridicheskim disciplinam [Methodology for Solving Problems during Practical Lessons with Students in Teaching Branch Legal Disciplines]. *Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti*. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii* [Modern education: integration of education, science, business and government. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2022:328-331. (In Russ.)

Vladimir L. Yuan

Senior Teacher, Department of Criminal Law, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 70-17-42
Email: z.heartdance@gmail.com

УДК 331.108.23

В.Ю. Бабышев

РОЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА НА СОВРЕМЕННОМ РЫНКЕ ТРУДА

Рассматривается роль образования в использовании человеческого капитала на современном рынке труда. Анализируется, как распространение образования в целом и по его отдельным уровням в частности влияет на долю лиц, работающих не по специальности, а также на долю работников с несоответствием имеющихся и необходимых знаний и навыков по двум направлениям: избыточности и недостаточности квалификации для данной должности. На основе анализа выработаны рекомендации для образовательных учреждений.

Ключевые слова: образование, человеческий капитал, рынок труда, несоответствие области исследования, квалификационное несоответствие, избыточная квалификация, недостаточная квалификация.

Таблица 1

Использование человеческого капитала в зависимости от развития образования

Использование человеческого капитала	Развитие образования	
	Индекс образования ООН	Распространенность образования в зависимости от его уровня
Работа не по специальности	$r=-0,3$	$r=-0,9$
Квалификационное несоответствие	$r=-0,04$	$r=-0,42$
Квалификационная избыточность	$r=-0,38$	$r=-0,71$
Квалификационная недостаточность	$r=+0,39$	$r=+0,30$

Современный мир характеризуется неуклонным повышением уровня образования населения. Однако, помимо положительных моментов в виде улучшения качества рабочей силы, повышение образовательного уровня приводит к возникновению ряда проблем, которые и будут рассмотрены в настоящей статье.

Методы

Для оценки уровня образования в первом приближении автор использует Индекс образования ООН, который включает в себя уровень грамотности взрослого населения с удельным весом $2/3$ и совокупную долю учащихся в общей доле населения с удельным весом в $1/3$ [1]. Однако данный индекс критикуют за учет только количественных параметров образования и игнорирования его качественных характеристик. Поэтому автор использует статистику ОЭСР по доле населения с образованием ниже среднего (в российской терминологии незаконченное среднее образование), старшим средним (законченная школа) и третичным (законченные высшие образовательные учреждения) [2]. Для учета неравномерности значения данных ступеней образования для незаконченного среднего образования автор использует повышающий коэффициент 1, для законченного среднего образования 2, а для высшего образования 3.

Для оценки использования человеческого капитала автор пользуется статистикой ОЭСР, которая выделяет следующие категории: несоответствие занимаемой должности области исследования (т.е. учеба по одной специальности, а работа по другой специальности) и квалификационное несоответствие (когда имеющиеся у персонала знания и навыки не вполне совпадают с требуемыми знаниями и навыками на данном рабочем месте). В свою очередь квалификационное несоответствие делится на избыточную квалификацию (когда знания и навыки персонала избыточны для занимаемой должности) и недостаточную (когда навыки персонала недостаточны для занимаемой должности) [3]. Полученные автором результаты корреляционного анализа зависимости данных показателей приведены в таблице 1.

Основная часть

Одной из проблем, сопровождающих развитие образования, некоторые авторы называют трудоустройство выпускников не по специальности [4].

Проверим, насколько актуальна данная проблематика. Для начала проведем анализ по индексу образования ООН. Коэффициент корреляции между долей работающих не по специальности людей и индексом уровня образования $r=-0,3$, т.е. наблюдается слабая отрицательная корреляция. Иными словами, развитие образования приводит к снижению доли работающих не по специальности людей, подтверждая тем самым первую гипотезу. Необходимо отметить, что по шкале Чеддока корреляция меньше 0,3 является слабой, поэтому абсолютная сила влияния образования на долю неработающих по специальности людей довольно слабая. То есть распространение образования положительно сказывается на использовании имеющихся у людей знаний и навыков, однако это влияние довольно слабо по абсолютной величине.

Как отмечалось выше, индекс образования ООН имеет существенные недостатки, поэтому дополним

анализ использованием авторского показателя качества образования. Коэффициент корреляции между долей работающих не по специальности людей и распространенностью образования в зависимости от его уровня $r=-0,9$, т.е. наблюдается сильная отрицательная связь. Таким образом, можно сделать вывод, что повышение уровня образования в виде увеличения доли лиц с более высокими степенями полученного образования (например, высших учебных заведений) значительно снижает долю людей, работающих не по специальности.

Однако работой не по специальности проблематика не ограничивается. Многие авторы выделяют такой вопрос, как проблему соответствия образовательных стандартов требованиям работодателей [5].

Проверим, насколько актуальна данная проблема. Для начала проведем анализ по индексу образования ООН. Коэффициент корреляции между долей работающих с квалификационным разрывом и индексом образования ООН составляет $r=-0,04$, т.е. наблюдается крайне слабая, практически нулевая связь. Иными словами, распространение образования в очень слабой степени способствует уменьшению разрыва между имеющимися и требуемыми на рынке труда знаниями и навыками.

Проведем анализ по качеству образования. Коэффициент корреляции между долей работающих с квалификационным разрывом и распространенностью образования в зависимости от его уровня составляет $r=-0,42$, т.е. наблюдается довольно сильная отрицательная связь. Таким образом, можно сделать вывод, что повышение уровня образования в виде увеличения доли лиц с более высокими степенями полученного образования (например, высших учебных заведений) значительно снижает долю работающих с квалификационным разрывом между полученными и требуемыми на рабочем месте знаниями и навыками.

Как уже отмечалось выше, одной из важнейших проблем является квалификационное несоответствие между требуемыми на работе и имеющимися у работников знаниями, навыками и компетенциями [6].

В частности, некоторые авторы пишут об избыточности людей с высшим образованием, положение которых на современном рынке труда характеризуется их неполным использованием [7].

Проверим, насколько актуальна данная проблема. Для начала проведем анализ по индексу образования ООН. Коэффициент корреляции между долей работающих с избыточными знаниями и навыками и индексом образования ООН составляет $r=-0,38$, т.е. наблюдается довольно сильная отрицательная связь. Иными словами, распространение образования в значительной степени сопровождается уменьшением избыточности знаний и навыков на современном рынке труда.

Проведем анализ по качеству образования. Коэффициент корреляции между долей работающих с

избыточными знаниями и навыками и распространенностью образования в зависимости от его уровня составляет $r=-0,71$, т.е. наблюдается довольно сильная отрицательная связь. Таким образом, можно сделать вывод, что повышение уровня образования в виде увеличения доли лиц с более высокими степенями полученного образования (например, высших учебных заведений) сопровождается уменьшением избыточности знаний и навыков на современном рынке труда.

Некоторые авторы говорят о противоположной тенденции – недостаточности знаний и навыков выпускников образовательных учреждений для предоставляемых работодателями вакансий [8].

Проверим актуальность данной проблемы. Для начала проведем анализ по индексу образования ООН. Коэффициент корреляции между долей работающих с избыточными знаниями и навыками и индексом образования ООН составляет $r=+0,39$, т.е. наблюдается довольно сильная положительная связь. Иными словами, распространение образования в значительной степени сопровождается усилением недостаточности знаний и навыков.

Проведем анализ по качеству образования. Коэффициент корреляции между долей работающих с избыточными знаниями и навыками и распространенностью образования в зависимости от его уровня составляет $r=+0,30$, т.е. наблюдается довольно сильная положительная связь. Таким образом, можно сделать вывод, что повышение уровня образования в виде увеличения доли лиц с более высокими степенями полученного образования (например, высших учебных заведений) в значительной степени сопровождается усилением недостаточности знаний и навыков.

Выводы

По проведенному анализу в целом можно сделать следующие выводы. Количественные и качественные параметры развития образования в целом действуют однонаправленно, но при этом воздействие качественных параметров в виде уровня образования действует сильнее. Развитие образования позволяет людям чаще устраиваться на работу по специальности и снижает квалификационный разрыв между имеющимися и требуемыми на рабочем месте знаниями и навыками, однако здесь необходимо рассмотреть характер данного разрыва более тщательно. По приведенному анализу видно, что развитие образования сопровождается снижением доли работающих людей с избыточной квалификацией и повышением доли работающих с недостаточной квалификацией. Иными словами, образовательные учреждения в среднем скорее отстают от требований современного рынка труда к уровню навыков и компетенций, чем дают избыточные знания.

Литература

1. Education Index by Country 2023: World Population Review. URL: <https://worldpopulationreview.com/country->

rankings/education-index-by-country (дата обращения: 06.11.2023).

2. Adult education level: OECD Data. URL: <https://data.oecd.org/eduatt/adult-education-level.htm#indicator-chart> (дата обращения: 06.11.2023).

3. Skills for Jobs Mismatch by country: OECD Data. URL: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=S4J2022_MISMATCH (дата обращения: 06.11.2023).

4. Качалов В.Ю., Сычева О.В. Проблемы трудоустройства молодых специалистов и выпускников вузов в современной России // Тенденции развития образования: педагог, образовательная организация, общество – 2023: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Чебоксары: БУ ЧР ДПО, 2023. С. 57.

5. Терников А.А., Бляхер М.Л. Спрос на знания, умения и навыки в вакансиях: кого готовит университет? // Мир России. Социология. Этнология. 2023. Т. 32, № 2. С. 74–96.

6. Разумова Т.О., Лебедева П.С. Влияние требуемых работодателем компетенций на уровень предлагаемой заработной платы на российском рынке труда // Социально-трудовые исследования. 2023. № 3 (52). С. 29–45.

7. Журакулов Ш.Б. Образование и инновации // *Gospodarka i Innowacje*. 2023. Т. 36. С. 368–370.

8. Пичко Н.С., Гафиатулина Н.Х., Васильева А. А. Проблемы и противоречия в системе высшего образования в России // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2023. № 4. С. 84–88.

Бабышев Вячеслав Юрьевич

Канд. экон. наук, доцент, доцент каф. экономической безопасности (КЭБ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина ул., д. 40, г. Томск, Россия, 634050

ORCID 0000-0003-2523-0542

Тел.: +7 (960) 777-13-57

Эл. почта: vacheslav84@mail.ru

Babyshev V. Yu.

The Role of Education Using Human Capital in the Modern Labor Market

The role of education in the use of human capital in the modern labor market is considered. The spread of education in general and at its individual levels, in particular, affects the proportion of people who do not work in their specialty, as well as the proportion of workers with a mismatch of existing and necessary knowledge and skills in two directions: redundancy and insufficiency of qualifications for this position is analyzed. The recommendations for educational institutions based on the analysis are presented.

Keywords: education, human capital, labor market, field of study mismatch, qualification mismatch, overqualification, underqualification.

References

1. Education Index by Country 2023: World Population Review. Available from: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/education-index-by-country> [Accessed: 07 November 2023].

2. Adult education level: OECD Data. Available from: <https://data.oecd.org/eduatt/adult-education-level.htm#indicator-chart> [Accessed: 07 November 2023].

3. Skills for Jobs Mismatch by country: OECD Data. Available from: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=S4J2022_MISMATCH [Accessed: 07 November 2023].

4. Kachalov VYu, Sycheva OV. Problemy trudoustrojstva molodyh specialistov i vypusknikov vuzov v sovremennoj Rossii [Problems of employment of young specialists and university graduates in modern Russia]. *Tendencii razvitiya obrazovaniya: pedagog, obrazovatel'naya organizaciya, obshchestvo - 2023: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* [Trends in the development of education: teacher, educational organization, society – 2023. Proc. of the All-Russian scientific and practical conference with international participation]. Cheboksary. BU CHR DPO. 2023:57. (In Russ.)

5. Ternikov AA, Blyaher ML. Spros na znaniya, umeniya i navyki v vakansiyah: kogo gotovit universitet? [Demand for knowledge, skills and abilities in vacancies: who does the university prepare?]. *Mir Rossii. Sociologiya. Etnologiya* [World of Russia. Sociology. Ethnology]. 2023;32(2):74–96. (In Russ.)

6. Razumova TO, Lebedeva PS. Vliyanie trebuemyh rabotodatelem kompetencij na uroven' predlagaemoj zarabotnoj platy na rossijskom rynke truda [The influence of competencies required by the employer on the level of offered wages on the Russian labor market]. *Social'no-trudovye issledovaniya* [Social and Labor Research]. 2023;3(52):29–45. (In Russ.)

7. Zhurakulov SB. Obrazovanie i innovacii [Education and innovation]. *Gospodarka i Innowacje* [Gospodarka I Innowacje]. 2023;(36):368–370. (In Russ.)

8. Pichko NS, Gafiatulina NH, Vasil'eva AA. Problemy i protivorechiya v sisteme vysshego obrazovaniya v Rossii [Problems and contradictions in the system of higher education in Russia]. *Gumanitarnye, social'no-ekonomicheskie i obshchestvennye nauki* [Humanitarian, socio-economic and social sciences]. 2023;(4):84–88. (In Russ.)

Vyacheslav Y. Babyshev

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Economic Security, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics

40, Lenina st., Tomsk, Russia, 634050

ORCID (0000-0003-2523-0542)

Phone: +7 (960-7) 77-13-57

Email: vacheslav84@mail.ru

УДК 378.4

А.С. Аникин, Ф.Н. Захаров

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ-РАДИОТЕХНИКОВ, СВЯЗАННЫЕ С РАЗВИТИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ И НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ

Представлен обзор и анализ учебных планов ведущих российских университетов, занимающихся подготовкой специалистов по техническим направлениям, с целью выявления учебных программ, в рамках которых осуществляется подготовка студентов по интеллектуальным системам и нейросетевым технологиям.

Ключевые слова: высшее образование, направления обработки, интеллектуальные системы, нейросетевые технологии.

В настоящее время интеллектуальные системы и нейросетевые технологии широко применяются в радиоэлектронике [1-4]. Предпосылкой очередного витка развития нейросетевых технологий в радиоэлектронике можно считать открытое опубликование библиотек TensorFlow для C++ или Python компанией Google [5, 6]. В настоящее время нейросетевые технологии применяются для обработки изображений [7, 8], голоса [9, 10], текста [11, 12], построения систем управления [13], в локации [14–16], навигации [17, 18], связи [19] и других областях радиоэлектроники.

Высокий спрос на внедрение в радиоэлектронные системы современных решений по нейросетевым технологиям стал причиной открытия различных курсов повышения квалификации для обучения инженеров, а также введения дисциплин по искусственному интеллекту в престижных вузах.

Динамичное развитие современных методик преподавания дисциплин по интеллектуальным системам в радиоэлектронике стало возможным в эпоху цифровизации образовательных технологий. Государственная поддержка естественной цифровизации системы образования стала возможной благодаря Указу Президента РФ № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». Цифровизация системы образования послужила источником развития компетентностного подхода: введено понятие цифровой компетенции, т.е. способности человека уверенно, эффективно и безопасно применять цифровые технологии, основанные на непрерывном овладении знаниями и умениями. Интеллектуальные системы и нейросетевые технологии являются неотъемлемой частью современных цифровых технологий в различных сферах жизни, в том числе в радиоэлектронике.

Актуальность развития нейросетевых технологий освещается на различных форумах и конференциях. В частности, Президент РФ принял активное участие в дискуссии на международной конференции Artificial Intelligence Journey 2022 [20], которая посвящена ис-

кусственному интеллекту и машинному обучению, на тему «Технологии искусственного интеллекта для обеспечения экономического роста». Президент РФ отметил важность формирования технологического, цифрового и в немалой степени образовательного суверенитета России и всего нашего общества. Указанные приоритеты Президент РФ посчитал необходимым зафиксировать в Национальной стратегии развития искусственного интеллекта и издать соответствующий проект указа. Кроме того, для студентов специалитета планируется «начиная с четвёртого курса, формировать индивидуальные траектории образования, которые базируются на использовании искусственного интеллекта для анализа предпочтений каждого студента, его личного опыта, тех практических навыков и научных достижений, которые он уже имеет на старших курсах».

Наиболее интенсивное внедрение дисциплин по интеллектуальным системам в радиоэлектронике наблюдается в последние два-три года. В таблице 1 представлены основные направления подготовки по интеллектуальным системам в радиоэлектронике для ведущих вузов России.

Анализ таблицы 1 показывает, что для формирования цифровых компетенций у студентов современных вузов в учебные планы бакалавриата, специалитета и магистратуры введены дисциплины, связанные с теорией нейронных сетей, системами искусственного интеллекта, а также распознаванием радиолокационных целей на основе методов искусственного интеллекта. Количество часов на дисциплину составляет в среднем 108.

Для специалитета основными направлениями подготовки являются «Радиоэлектронные системы и комплексы» и «Радиотехника», для бакалавриата – «Радиотехника», «Радиоэлектроника и системы связи» и «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», для магистратуры – «Радиотехника» и «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Таблица 1

 Основные направления подготовки студентов по интеллектуальным системам
и нейросетевым технологиям в радиоэлектронике

Наименование программы	Название дисциплины	Кол-во часов	Вуз
Магистратура, 11.04.01 Радиотехника, направление «Интеллектуальные алгоритмы обработки информации в радиотехнике»	Проектирование интеллектуальных антенных решеток	144	Донской государственный технический университет
	Прикладные математические методы искусственного интеллекта в радиотехнике	108	
Бакалавриат, 11.03.01 Радиотехника, профиль «Интеллектуальная радиотехника»	Основы искусственного интеллекта	72	Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова
Магистратура, 11.04.01 Радиотехника, программа «Инфокоммуникационные технологии в радиотехнике и связи»	Интеллектуальные методы анализа данных	108	
Магистратура, 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, программа «Интеллектуальные инфокоммуникационные сети»	Компьютерное зрение и машинное обучение	144	Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
	Интеллектуальные конструкторско-технологические системы	180	
Магистратура, 11.04.01 Радиотехника, программа «Инфокоммуникационные технологии анализа и обработки пространственной информации»	Интеллектуальный анализ данных	144	
Специалитет, 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, специализация «Радиосистемы и комплексы управления»	Нейронные сети и нейродинамические системы	144	
Бакалавриат, 11.03.01 Радиотехника, направление «Радиоэлектроника и системы связи»	Теория нейронных сетей	180	Московский авиационный институт (МАИ)
Специалитет, 11.05.01 Радиотехника, направление «Радиоэлектроника и системы связи»	Теория нейронных сетей	180	
	Методы и техника распознавания радиолокационных целей	108	
	Принципы распознавания образов	144	
Бакалавриат, 11.03.01 Радиотехника, профиль «Цифровые радиотехнические системы»	Системы искусственного интеллекта	72	Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ)
Бакалавриат, 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль «Системы мобильной связи, радиосвязи и радиодоступа»	Системы искусственного интеллекта	72	
Бакалавриат, 11.03.01 Радиотехника, профиль «Радиотехнические средства передачи, приёма и обработки сигналов»	Системы искусственного интеллекта и машинное обучение	216	Новосибирский государственный технический университет (НГТУ)
Бакалавриат, 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств»	Системы искусственного интеллекта и машинное обучение	108	
Специалитет, 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, программа «Радионавигационные системы и комплексы»	Нейросети в радиотехнике	72	Московский энергетический институт (МЭИ)
Бакалавриат, 11.03.01 Радиотехника, профиль «Радиоэлектронные системы»	Основы искусственного интеллекта	108	Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»

Наименование программы	Название дисциплины	Кол-во часов	Вуз
	Системы искусственного интеллекта	108	
Специалитет, 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, профиль «Радиолокационные системы и комплексы»	Основы искусственного интеллекта	108	
	Системы искусственного интеллекта	108	
Специалитет, 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, профиль «Радиолокационные системы и комплексы»	Методы искусственного интеллекта в радиотехнике	108	Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
	Основы теории распознавания радиолокационных целей	144	

В Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники, начиная с 2022 года, на кафедре комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем реализуется программа подготовки магистров по направлению «Искусственный интеллект в безопасности киберфизических систем». Также на нескольких кафедрах университета введены в учебный план дисциплины по интеллектуальным системам и нейросетевым технологиям. В частности, на кафедре радиотехнических систем преподается дисциплина «Интеллектуальные радиотехнические системы», на кафедре управления инновациями – «Методы искусственного интеллекта в робототехнике» и «Нейронные сети», на кафедре радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга – «Нейронные сети в анализе данных» и др.

Дополнительно в ТУСУРе реализовано несколько программ повышения квалификации по разработке нейронных сетей («Разработка нейронных сетей на Python с нуля» и «Разработка нейронных сетей на Python») и искусственному интеллекту («Методы анализа и прогнозирования данных»).

Активное внедрение в учебный процесс таких дисциплин показывает их актуальность и способствует привлечению абитуриентов в университет.

Литература

1. Ноздреватых, Д.О., Куприц В.Ю., Ноздреватых Б.Ф. Интеллектуальные системы и нейросетевые технологии в образовательном процессе // Шарьгинские чтения: Всерос. науч. конф. ведущих научных школ в области радиолокации, радионавигации и радиоэлектронных систем передачи информации. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2021. С. 289–299.

2. Comprehensive Review of Artificial Neural Network Applications to Pattern Recognition / O.I. Abiodun [et al.] // IEEE Access. 2019. Vol. 7. P. 158820–158846.

3. Fuzzy logic, genetic algorithms, and artificial neural networks applied to cognitive radio networks: A review / A. Alkhayyat [et al.] // International Journal of Distributed Sensor Networks, 2022. Vol. 18, N 7.

4. Разумов А.А. Использование искусственных нейронных сетей в экстраполяции недетерминированных широкополосных радиотехнических сигналов // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2018. № 4.

С. 30–36.

5. McClure N. TensorFlow machine learning cookbook. Birmingham – Mumbai: Packt publishing Ltd, 2017. P. 370.

6. Анализ использования языков Python и C++ в работе нейронных сетей / Е.Д. Елькина и [др.] // Проблемы и перспективы внедрения инновационных телекоммуникационных технологий: сб. материалов IX Междунар. науч.-практ. очно-заоч. конф., Оренбург, 7 апреля 2023 г. Оренбург: Оренбургский филиал ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», 2023. С. 84–92.

7. Savchenko A.V. Maximum-likelihood dissimilarities in image recognition with deep neural networks // Computer Optics. 2017. Vol. 41, N 3. P. 422–430.

8. Володина Л.А. Применение нейросетевых технологий в области распознавания образов // Научная статья года 2022: сб. ст. IV Междунар. науч.-исслед. конкурса, Пенза, 10 октября 2022 г. Пенза: Наука и Просвещение, 2022. С. 7–9.

9. Данков Н.И. Исследование возможностей нейросетевых технологий в области идентификации голоса // Экономика и качество систем связи. 2018. № 3 (9). С. 47–52.

10. Смирнов П.А., Харичева Д.Л. Разработка приложения для распознавания голоса на основе нейронных сетей // Роль науки и образования в модернизации. 2023. С. 150–153.

11. Рахимов А.М., Мухаметзянов М.Ф., Халитов И.Р. Нейросети и обработка текста // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации. 2021. С. 109–111.

12. Черкасов А.Н., Туркин Е.А. Выбор оптимальной архитектуры искусственной нейронной сети для задачи классификации текстов // Вестн. Адыгейского гос. ун-та. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2021. № 1 (276). С. 62–66.

13. Свищев Н.Д., Рыбаков А.В. Интеллектуальное управление подводным роботом на основе искусственной нейронной сети // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2018. № 4 (44). С. 103–119.

14. Нейронные сети и перспективы их использования в радиолокации и радионавигации / Ю.А. Котельников [и др.] // Нейрокомпьютеры и их применение. 2022. С. 209–210.

15. Дацюк В.В. Вебер В.И., Куприц В.Ю. Анализ методов увеличения быстродействия нейронных сетей в системах радиолокации // Шарьгинские чтения: Всерос. науч. конф. ведущих научных школ в области радиолокации, радионавигации и радиоэлектронных систем передачи информации. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2022. С. 218–224.

16. Шацкий Н.В. Нейросетевой метод оценки угловых координат радиолокационных целей в цифровой антенной

решетке // Т-Comm-Телекоммуникации и Транспорт. 2022. Т. 16, № 7. С. 4–13.

17. Дударенко Д.М., Смирнов П.А. Настройка гиперпараметров искусственной нейронной сети для навигации мобильной платформы // Изв. Юго-Западного гос. ун-та. 2020. Т. 23, № 6. С. 115–132.

18. Жао Ш., Лукьянов В.В. Применение нейронной сети в интегрированной системе навигации БИНС/ГНСС // XLVII Акад. чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства (Москва, 24–27 января 2023 г.): сб. тез. / Рос. академия наук, Гос. корпорация по космической деятельности «Роскосмос», Комиссия РАН по разработке научного наследия пионеров освоения космического пространства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. В 4 т. Т 3. С. 189–191.

19. Лавренков Ю.Н., Комарцова Л.Г. Анализ характеристик канала передачи информации на основе нейронной сети // Прикладная информатика. 2014. № 3. С. 79–99.

20. Президент России: Конференция по искусственному интеллекту. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/69927> (дата обращения: 31.10.2023).

Аникин Алексей Сергеевич

Канд. техн. наук, доцент каф. радиотехнических систем (РТС) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID 0000-0001-9747-3266
Тел.: +7 (3822) 41-38-89
Эл. почта: anikinas@main.tusur.ru

Захаров Фёдор Николаевич

Канд. техн. наук, доцент каф. радиотехнических систем (РТС) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID 0000-0001-7751-557X
Тел.: +7 (3822) 41-38-89
Эл. почта: zakharovfn@main.tusur.ru

A.S. Anikin, F.N. Zakharov

Main Directions of Development of Intelligent Systems and Neural Network Technologies in Radioelectronics in Training Radio Engineering Students

An overview and analysis of the curricula of leading Russian universities engaged in training specialists in engineering fields for developing the curricula with intelligent systems and neural network technologies is presented.

Keywords: higher education, areas of processing, intelligent systems, neural network technologies.

References

1. Nozdrevatykh DO, Kuprits VYu, Nozdrevatykh BF. Intellektual'nyye sistemy i neyrosetevyye tekhnologii v obrazovatel'nom protsesse. [Intelligent systems and neural network

technologies in the educational process]. Sharynginskiye chteniya: Vserossiyskaya nauchnaya konferentsiya vedushchikh nauchnykh shkol v oblasti radiolokatsii, radiona-vigatsii i radi-oelektronnykh sistem peredachi informatsii. Materialy vse-rossiyskoy nauchnoy konferentsii [Sharygin readings: All-Russian scientific conference of leading scientific schools in the field of radar, radio navigation and radio-electronic transmission systems information. Proc. of the All-Russian scientific conference]. Tomsk. TUSUR. 2021:289-299. (In Russ.)

2. Abiodun, O.I., et al. (2019) 'Comprehensive Review of Artificial Neural Network Applications to Pattern Recognition', vol. 7, pp. 158820-158846.

3. Alkhayat, A., et al. (2022) 'Fuzzy logic, genetic algorithms, and artificial neural networks applied to cognitive radio networks: a review', International Journal of Distributed Sensor Networks, 18 (7).

4. Razumov AA. Ispol'zovaniye iskusstvennykh neyronnykh setey v ekstrapolyatsii nedeterminirovannykh shirokopo-losnykh radiotekhnicheskikh signalov [The use of artificial neural networks in the extrapolation of non-deterministic wideband radio signals]. Naukoyemkiye tekhnologii v kosmicheskikh issledovaniyakh Zemli [Science-intensive technologies in space research of the Earth]. 2018;(4):30-36. (In Russ.)

5. McClure, N. Tensor. (2017) 'Flow machine learning cookbook', Birmingham – Mumbai: Packt publishing Ltd.

6. Elkina ED, et al. Analiz ispol'zovaniya yazykov Python i C++ v rabote neyronnykh setey [Analysis of the use of Python and C++ languages in the work of neural networks]. Problemy i perspektivy vnedreniya innovatsionnykh telekommunikatsionnykh tekhnologiy. Sbornik materialov IX Mezhdunarodnoy nauchno - prakticheskoy ochno - zaочноy konferentsii, [Problems and prospects for the implementation of innovative telecommunication technologies. Collection of materials of the IX International scientific and practical conference]. Orenburg. Orenburg branch of 'Volga State University of Telecommunications and Informatics'. 2023:84-92. (In Russ.)

7. Savchenko, AV. (2017) 'Maximum-likelihood dissimilarities in image recognition with deep neural networks', Computer Optics, 41 (3), pp. 422–430.

8. Volodina LA. Primeneniye neyrosetevykh tekhnologiy v oblasti raspoznavaniya obrazov [Application of neural network technologies in the field of pattern recognition]. Nauchnaya stat'ya goda 2022. Sbornik statey IV Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo konkursa [Scientific article of the year 2022. Collection of articles of the IV International Research Competition]. Penza: Science and Enlightenment; 2022:7–9. (In Russ.)

9. Dankov NI. Issledovaniye vozmozhnostey neyrosetevykh tekhnologiy v oblasti identifikatsii golosa [Study of the capabilities of neural network technologies in the field of voice identification]. Ekonomika i kachestvo sistem svyazi [Economics and quality of communication systems]. 2018;3(9):47-52. (In Russ.)

10. Smirnov PA, Kharicheva DL. Razrabotka prilozheniya dlya raspoznavaniya golosa na osnove neyronnykh setey [Development of an application for voice recognition based on neural networks]. Rol' nauki i obrazovaniya v modernizatsii [The role of science and education in modernization]. 2023:150-153. (In Russ.)

11. Rakhimov AM, Mukhametzyanov MF, Khalitov IR. Neyroseti i obrabotka teksta [Neural networks and text processing]. Sovremennaya nauka: aktu-al'nyye voprosy, dosti-

zheniya i innovatsii [Modern science: current issues, achievements and innovations]. 2021:109-111. (In Russ.)

12. Cherkasov AN, Turkin EA. Vybór optimal'noy arkhitektury iskusstvennoy neyronnoy seti dlya zadachi klassifikatsii tekstov [Selection of the optimal architecture of an artificial neural network for the task of text classification]. Vestnik Adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 4: Yestestvenno-matematicheskiye i tekhnicheskkiye nauki. [Bulletin of the Adygea State University. Series 4: Natural, mathematical and technical sciences]. 2021;1(276):62-66. (In Russ.)

13. Svishchev ND, Rybakov AV. Intel'lectual'noye upravleniye podvodnym robotom na osnove iskusstvennoy neyronnoy seti [Intelligent control of an underwater robot based on an artificial neural network]. Prikaspiyskiy zhurnal: upravleniye i vysokkiye tekhnologii [Caspian Journal: management and high technologies]. 2018;4(44):103-119. (In Russ.)

14. Kotelnikov YuA. Neyronnyye seti i perspektivy ikh ispol'zovaniya v radiolokatsii i radionavigatsii [Neural networks and prospects for their use in radar and radio navigation]. Neyrokomp'yutery i ikh primeneniye [Neurocomputers and their application]. 2022:209-210. (In Russ.)

15. Datsyuk VV, Weber VI, Kuprits VYu. Analiz metodov uvelicheniya bystrodeystviya neyronnykh setey v sistemakh radiolokatsii [Analysis of methods for increasing the speed of neural networks in radar systems]. Sharyginskiye chteniya: Vserossiyskaya nauchnaya konferentsiya vedushchikh nauchnykh shkol v oblasti radiolokatsii, radionavigatsii i radi-oelektronnykh sistem peredachi informatsii. Materialy vse-rossiyskoy nauchnoy konferentsii [Sharygin readings: All-Russian scientific conference of leading scientific schools in the field of radar, radio navigation and radio-electronic information transmission systems. Proc. materials of the All-Russian scientific conference]. Tomsk. TUSUR. 2022:218-224. (In Russ.)

16. Shatsky NV. Neyrosetevoy metod otsenki uglovykh koordinat radiolokatsionnykh tseley v tsifrovoy antennoy resh-etke [Neural network method for estimating the angular coordinates of radar targets in a digital antenna array]. T-Comm-Telekommunikatsii i Transport [T-Comm-Telecommunications and Transport]. 2022;16(7):4-13. (In Russ.)

17. Dudarenko DM, Smirnov PA. Nastroyka giperparametrov iskusstvennoy neyronnoy seti dlya navigatsii mobil'noy platformy [Setting up hyper-parameters of an artificial

neural network for mobile platform navigation]. Izvestiya Yu-go-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta [News of the South-West State University]. 2020;23(6):115-132. (In Russ.)

18. Zhao Sh, Lukyanov VV. Primeneniye neyronnoy seti v integrirovannoy sisteme navigatsii BINS/GNSS [Application of a neural network in the integrated navigation system SINS/GNSS]. XLVII Akademicheskkiye chteniya po kosmonavtike, posvyashchennyye pamyati akademika S.P. Koroleva i drugikh vydayushchikh-sya otechestvennykh uchenykh – pionerov osvoyeniya kosmiche-skogo prostranstva [XLVII Academic Readings on Cosmonautics, dedicated to the memory of Academician S.P. Korolev and other outstanding domestic scientists - pioneers of space exploration]. Moscow. MSTU named after N. E. Bauman. 2023;(3):189-191. (In Russ.)

19. Lavrenkov YuN, Komartsova LG. Analiz kharakteristik kanala peredachi informatsii na osnove neyronnoy seti [Analysis of the characteristics of an information transmission channel based on a neural network]. Prikladnaya informatika [Applied Informatics]. 2014;(3):79-99. (In Russ.)

20. Prezident Rossii: Konferentsiya po iskusstvennomu intellektu. Available from: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/69927> (Accessed: 10 October 2023). (In Russ.)

Alexey S. Anikin

Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor, Department of Radio Engineering Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR) 40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0001-9747-3266)
Phone: +7 (382-2) 41-38-89
Email: anikinas@main.tusur.ru

Fedor N. Zakharov

Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor, Department of Radio Engineering Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR) 40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0001-7751-557X)
Phone: +7 (382-2) 41-38-89
Email: zakharovfn@main.tusur.ru

УДК 371.2

В.В. Кручинин, М.Ю. Перминова, А.В. Городович, Г.Н. Нариманова

КОНЦЕПЦИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНФОРМАТИКА» В ТУСУРЕ

Рассматривается концепция совершенствования образовательного процесса по дисциплине «Информатика» для студентов, не связанных с обучением по ИТ-профилям ТУСУРа, выделена проблемная область. Предлагаемая стратегия совершенствования образовательного процесса включает следующие ключевые компоненты: построение модели курса информатики, разработку элементов учебного контента образовательного курса, разработку методики получения учебного контента курса информатики на основе модели с учетом требований кафедр не ИТ-профиля, создание адаптивных курсов информатики в электронной среде обучения и их апробацию.

Ключевые слова: образовательный процесс, совершенствование образовательного процесса, дисциплина «Информатика», модель курса, адаптивный курс информатики.

Введение

К числу важнейших задач в сфере развития образования Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) на 2021–2030 годы относится разработка и внедрение новых образовательных технологий в области информационных и коммуникационных технологий, микроэлектроники и систем связи нового поколения [1, 2]. Составной частью этой задачи является модернизация курса информатики, который считается одним из основополагающих в обучении будущих специалистов по направлениям подготовки бакалавриата (специальностям) ТУСУРа. При этом университет готовит как ИТ-специалистов, так и специалистов для других сфер, которые также должны иметь соответствующие ИТ-компетенции. Вполне очевидно, что при подготовке кадров ИТ- и других направлений преподавание информатики и смежных дисциплин предполагает совершенно разные подходы в части проектирования образовательного курса и его реализации, что накладывает на вуз необходимость использования разных образовательных моделей и подходов для обеспечения этой дисциплины.

Ввиду отсутствия в ТУСУРе единой обеспечивающей кафедры информатики ведение такого курса осуществляется каждой выпускающей кафедрой самостоятельно (за редким исключением). При этом условно можно выделить кафедры ИТ-профиля (например, кафедры автоматизации обработки информации; автоматизированных систем управления; комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем; экономической математики, информатики и статистики) и не относящихся к нему (например, кафедры радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга; электронных приборов; сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники; экономики; менеджмента; информационного, гражданского права и правового обеспечения инновационной деятельности и др.). Кафедры ИТ-профиля готовят ИТ-специалистов

и уровень знаний у абитуриентов этих кафедр, безусловно, высокий, соответственно и требования к содержанию курса информатики значительно выше.

Уровень знаний информатики у абитуриентов, поступающих на другие направления, относительно низкий и освоение дисциплины «Информатика» по объективным причинам вызывает существенные затруднения. Между тем в настоящее время дополнительные требования к образовательному процессу по информатике устанавливает Международная цифровая академия ТУСУРа: обучающиеся, желающие получить дополнительную квалификацию в ИТ-сфере (вторую цифровую профессию) на цифровой кафедре, должны обладать достаточно высоким уровнем знаний информатики. Это относится прежде всего к обучающимся по другим профилям. Поэтому целесообразно сосредоточить свое внимание на совершенствовании образовательного процесса по обучению информатике исключительно для них.

Дисциплина «Информатика» (далее под информатикой будем понимать дисциплины «Информатика», «Информационные технологии», «Основы информационных технологий» и другие смежные дисциплины) входит в состав основных образовательных программ бакалавриата (специалитета) и реализуется в 1–3-м семестрах.

Анализ компетенций, формируемых у обучающихся в рамках освоения дисциплины «Информатика», и уровня знаний обучающихся 1-го курса показал, что преподавание этой дисциплины может иметь несколько уровней:

- 1) начальный, необходимый для выравнивания знаний обучающихся в 1-м семестре;
- 2) базовый, являющийся необходимым минимумом в области информационных технологий;
- 3) профессиональный, направленный на освоение ИТ-компетенций, необходимых специалистам конкретных областей в их профессиональной деятельности. Например, специалистам в области проектирования

ния и технологии радиоэлектронных средств – умение строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения; специалистам в области юриспруденции – целенаправленно и эффективно получать юридически значимую информацию из различных источников, включая правовые базы данных;

4) расширенный, позволяющий углубленно изучать отдельные темы базового и/или профессионального уровня.

Анализ содержания рабочих программ дисциплины «Информатика» показал, что курс информатики может состоять из следующих элементов:

– «чистой» информатики (уровни 1 и 2);

– связанных с профессионально-ориентированным применением информационных технологий (уровни 3 и 4), что нередко приводит к смещению внимания в эту сторону при обучении основам информатики.

Таким образом, в ТУСУРе существуют следующие проблемы в образовательном процессе по дисциплине «Информатика»:

1) недостаточный уровень знаний значительного числа обучающихся, не относящихся к ИТ-профилю, что отражается в показателях академической успеваемости, а также снижает возможность получения обучающимися второй цифровой профессии на цифровой кафедре;

2) преподавание курсов информатики на кафедрах профиля, не относящегося к ИТ, носит смешанный характер: при минимальном объеме знаний базового уровня в значительной степени даются дополнительные сведения, связанные с применением программного обеспечения и информационных систем в конкретных областях профессиональной деятельности, что приводит к смещению внимания обучающихся в сторону последних;

3) в некоторых случаях имеет место несоответствие базового образования профилю преподаваемой дисциплины (требование ФГОС ВО), недостаточный опыт преподавания курса информатики, обособленность и отсутствие конкуренции на кафедрах не ИТ-профиля;

4) уровень отдельных частей курса информатики на разных кафедрах не ИТ-профиля существенно различается.

Стратегия совершенствования образовательного процесса по информатике в ТУСУРе

На основе анализа известных подходов к построению концепции образовательного процесса по информатике [3–5] и его актуального состояния с учетом перспектив по освоению дополнительных цифровых компетенций обучающимися профилями, не относящихся к ИТ, предлагается следующая стратегия совершенствования образовательного процесса:

1) проектирование модели образовательного курса

по информатике для направлений, не относящихся к ИТ;

2) на основе анализа содержания рабочих программ дисциплин по информатике осуществляется доработка отдельных элементов учебного контента курса (наполнение модели);

3) разработка методики формирования учебного контента курса информатики на основе модели с учетом требований кафедр не ИТ-профиля;

4) реализация проектов по созданию адаптивных учебных курсов по информатике.

1.1 Модель курса информатики

Имеется некоторое множество разнообразных моделей представления электронного курса [6–9]. В нашем случае на основе анализа моделей учебного контента, имеющегося в вузе, предложена следующая модель:

$$M = \{K, ЗУН, УК, R\},$$

где K – множество компетенций; $ЗУН$ – множество знаний, умений, навыков; $УК$ – множество элементов учебного контента; R – множество отношений между $K, ЗУН, УК$.

Эта модель строится на основе анализа содержания рабочих программ по дисциплинам информатики 1–3-го семестров, которые включает в себя анализ компетенций, $ЗУН$, разделов дисциплин и их содержания, тем лабораторных (курсовых) работ (проектов) и практических занятий и их трудоемкостей.

Результаты анализа по каждой дисциплине представляются в виде иерархической системы отношений (рис. 1), где K_n – компетенции; $З_n$ – знания; $У_n$ – умения; $Н_n$ – навыки; T_n – теоретический материал и трудоемкость его изучения (те разделы дисциплин, которые позволяют сформировать у обучающихся соответствующие $ЗУН$); $П_n$ – практические виды работ и трудоемкость их выполнения (лабораторные работы, практические занятия, курсовые работы (проекты) – те виды работ, которые позволяют сформировать у обучающихся соответствующие $ЗУН$, а также оценить степень владения ими); $Ур_n$ – уровни $ЗУН$, теоретического материала и практических работ; T_n и $П_n$ – элементы учебного контента курса.

Например, для дисциплины «Информационные технологии» (11.03.01 Радиотехника (Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов), 1-й и 2-й семестры) фрагмент актуальной системы отношений представлен на рис. 2 и 3 (две системы, отдельная для каждой компетенции).

Далее выявляются сходства и различия между информатиками всех не ИТ-направлений подготовки (специальностей), выполняется их обобщение, деление составляющих по уровням, а также выстраивание иерархий. Таким образом, формируется полное дерево компетенций информатик для кафедр, не относящихся к ИТ-профилям.

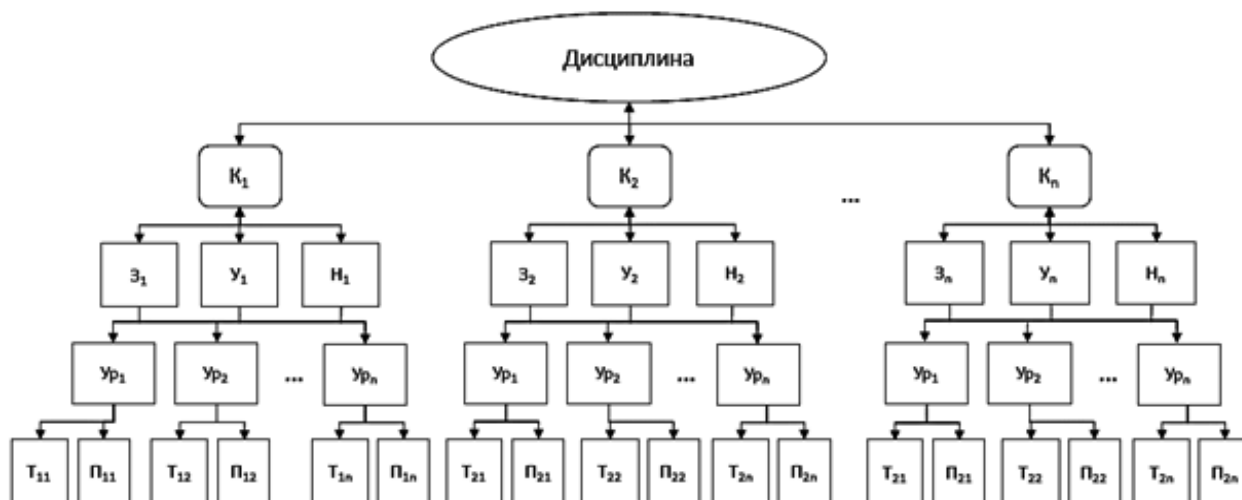


Рис. 1. Иерархическая система отношений компонентов дисциплины

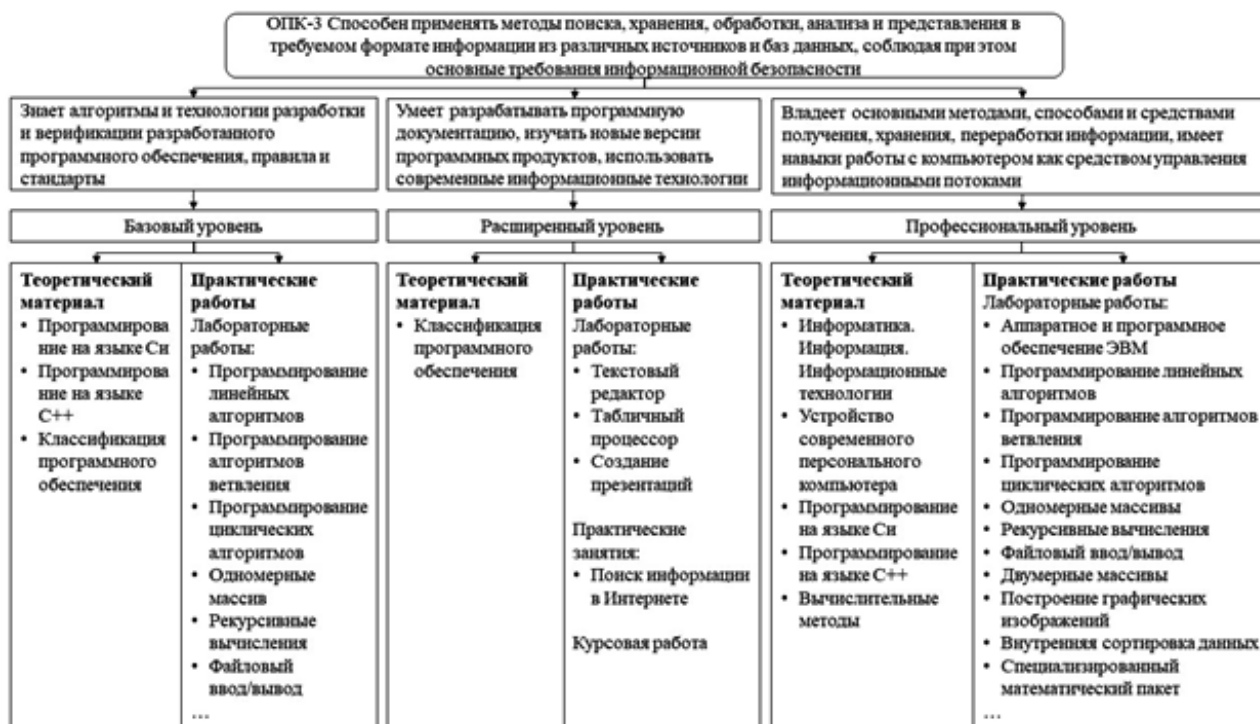


Рис. 2. Иерархическая система отношений компонентов дисциплины «Информационные технологии» (для компетенции ОПК-3)



Рис. 3. Иерархическая система отношений компонентов дисциплины «Информационные технологии» (для компетенции УК-1)

1.2 Выявление и доработка элементов учебного контента

Выявление и доработка учебного контента (в зависимости от его уровня) в соответствии с построенной моделью будет выполняться ППС кафедр ТУСУРа, обладающих компетенциями в области информационных технологий и преподающих / имеющих большой опыт преподавания информатики.

В настоящее время сотрудниками кафедры технологий электронного обучения разработано следующее учебно-методическое обеспечение (УМО) по информатике для обучающихся ТУСУРа: 4 учебных пособия, 2 учебно-методических пособия, 2 лабораторные работы с автоматизированной проверкой, 4 онлайн-тренажера, методические указания по выполнению лабораторных работ и курсового проекта, 1 задачник, банки вопросов для самоконтроля, компьютерных контрольных работ, компьютерных экзаменов (в том числе генераторного типа) – к каждому учебному пособию, 34 записи вебинаров, задания с перекрестным оцениванием, презентации, для проверки некоторых заданий используется встроенный компилятор. Все УМО опубликовано в электронных курсах для обучающихся очной и заочной форм обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий), которые используются следующими направлениями подготовки:

– 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (Информационное и программное обеспечение программно-аппаратных комплексов робототехнических систем),

- 11.03.01 Радиотехника (Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов),
- 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (Системы беспроводной связи и «Интернета вещей»),
- 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (Промышленная электроника),
- 27.03.02 Управление качеством (Управление качеством в информационных системах),
- 27.03.05 Инноватика (Управление инновациями в электронной технике),
- 38.03.01 Экономика (Финансы и кредит; Бухгалтерский учет, анализ и аудит),
- 38.03.02 Менеджмент (Управление проектом),
- 38.03.03 Управление персоналом (Управление персоналом организации),
- 38.03.05 Бизнес-информатика (ИТ-предпринимательство).

Несмотря на то что данное УМО разрабатывалось и многократно обновлялось, требуется его существенная переработка в процессе реализации стратегии как в части содержания (с учетом требований кафедр не ИТ-профиля), так и в части электронного представления.

1.3 Методика разработки курса

Методику создания курса информатики можно представить в виде обобщенной схемы (рис. 4).

Входными элементами данной методики являются рабочая программа дисциплины (РПД), модель и учебный контент. Преподаватель кафедры (разработчик курса) выбирает согласно РПД компетенции, ЗУН и их уровень, а также трудоемкость, отведенную на их

освоение. На основе этих входных данных согласно модели формируется список элементов учебного контента с возможностью просмотра его содержимого.

В тех случаях, когда имеющийся учебный контент частично удовлетворяет или не удовлетворяет требо-

ваниям разработчика курса, у преподавателя есть возможность доработать его.

На основе полученного списка элементов учебного контента в системе управления обучением ТУСУРа формируется адаптивный учебный курс, наполненный соответствующим учебным контентом.

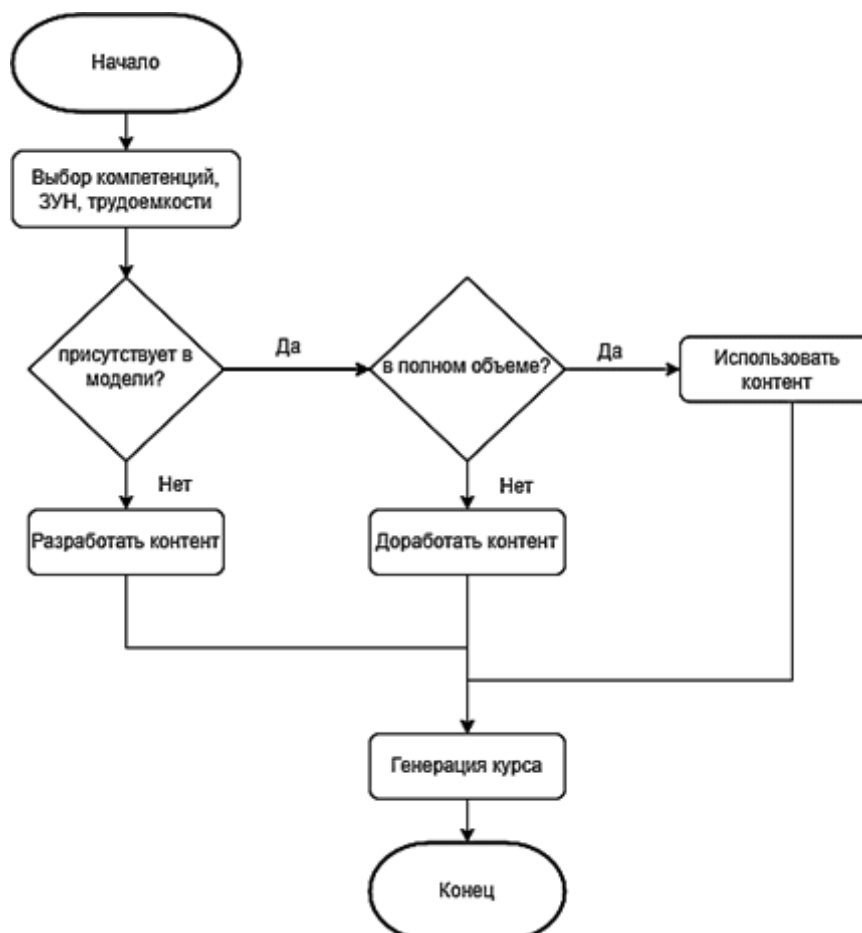


Рис. 4. Методика создания курса информатики

1.4 Адаптивные учебные курсы информатики

С использованием полученной методики и на основе адаптивной технологии лаборатории инструментальных систем моделирования научного управления института инноватики [10] в системе управления обучением ТУСУРа могут быть созданы адаптивные учебные курсы разных уровней для кафедр, не относящихся к ИТ-профилям.

Одним из первых будет создан адаптивный учебный курс информатики базового уровня. Для его реализации необходимо выполнить следующие мероприятия.

1. Компетенции, которые обучающийся приобретает по окончании курса, необходимо декомпозировать на субкомпетенции – элементарные составляющие, получаемые при декомпозиции компетенций из федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. На данном этапе форми-

руется база субкомпетенций. Пример декомпозиции компетенции «Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности» (фрагмент):

- 1) знать историю появления и развития дисциплины «Информатика»
 - 1.1) основные направления информатики,
 - 1.2) направления развития прикладной информатики,
- 2) различные подходы к определению понятия «информация»;
 - 2.1) знать и различать основные свойства информации как динамического объекта,
 - 2.1.1) знать и уметь определять свойство «адекватность»,

2.1.2) знать и уметь определять свойство «объективность»,

2.1.3) знать и уметь определять свойство «полнота»,

2.1.4) знать и уметь определять свойство «достоверность»,

2.1.5) знать и уметь определять свойство «актуальность»,

2.1.6) знать и уметь определять свойство «доступность»,

3) знать, что такое данные и уметь отличать их от информации,

3.1) знать методы обработки данных и уметь их классифицировать,

3.2) знать основные операции над данными,

3.3) знать и уметь различать носители данных,

3.3.1) знать основные характеристики носителей данных,

3.3.2) понимать, каким образом изменение характеристик носителя данных влияет на их свойства,

3.4) знать единицы измерения данных.

2. Для каждой субкомпетенции необходимо разработать модуль – логически завершенную минимальную единицу информации образовательного характера, которая раскрывает один или несколько терминов или понятий либо направлена на формирование практических навыков. Одну и ту же субкомпетенцию могут обеспечивать несколько модулей, в то же время один модуль может обеспечивать более чем одну субкомпетенцию (выходные субкомпетенции). Модули также характеризуются набором входных субкомпетенций, необходимых обучающемуся для того, чтобы приступить к его освоению. Поскольку выходные субкомпетенции одного модуля являются входными для другого, все модули (база модулей) находятся во взаимосвязи и образуют сеть.

3. Сформировать маршрут обучения (производится путем выбора необходимых к освоению субкомпетенций (целевых) из базы).

Процесс обучения студента выглядит как предъявление ему модулей для освоения согласно целевым субкомпетенциям. Реализация адаптивного режима обучения осуществляется согласно алгоритму, основанному на применении кривой забывания: в моменты, когда у обучающегося происходит забывание информации, ему предъявляется модуль, ориентированный на восполнение утраченных знаний.

Ключевые особенности алгоритма

1. Алгоритм позволяет поддерживать знания обучающегося на требуемом уровне за счет отслеживания процесса забывания освоенных субкомпетенций и реакции на случаи, когда знания по ним упали до уровня ниже нормы.

2. Для каждого студента траектория обучения будет уникальной и зависеть от результатов прохождения модулей.

3. Алгоритм может быть настроен под разные задачи обучения (например, за минимальное время обеспечить обучающегося требуемым уровнем знаний или за заданное время обеспечить обучающегося знаниями максимального уровня).

Литература

1. Рулевский В.М. Программа развития университета на 2021–2030 годы в рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030». 2022. 164 с. URL: https://storage.tusur.ru/files/157832/Programma_razvitiya_universiteta_na_2021_2030_21.12.22.pdf (дата обращения: 11.11.2023).

2. Первые успехи и неудачи университетов – участников трека «Территориальное и отраслевое лидерство» программы «Приоритет-2030» / А.И. Гусева [и др.] // Высшее образование в России. 2023. № 7. С. 48–66. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pervye-uspehi-i-neudachi-universitetov-uchastnikov-treka-territorialnoe-i-otraslevoe-liderstvo-programmy-prioritet-2030> (дата обращения: 11.11.2023).

3. Самойлик Е.Н. Концепция курса информатики в техническом вузе // Вестник ОГУ. 2011. № 16 (135). С. 567–569. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-kursa-informatiki-v-tehnicheskom-vuze> (дата обращения: 13.11.2023).

4. Миндзаева Э.В., Бешенков С.А. Современный общеобразовательный курс информатики в школе и вузе: методические подходы к развитию содержания // Открытое образование. 2015. № 3. С. 8–18.

5. Концепция учебного предмета «Информатика» // Общественно-профессиональное обсуждение и внешняя экспертиза проекта ПООП по учебному предмету «Информатика» для среднего общего образования. URL: <https://infdiscussion.itmo.ru/p/oor-soo/124> (дата обращения: 14.11.2023).

6. Бездольный А.В. Модель электронного учебного курса как средства организации самостоятельной подготовки // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. 2009. № 109. С. 75–78. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-elektronnogo-uchebnogo-kursa-kak-sredstva-organizatsii-samostoyatelnoy-podgotovki> (дата обращения: 13.11.2023).

7. Силкина Н.С., Соколинский Л.Б. Модели и стандарты электронного обучения // Вестник ЮУрГУ. Сер. Вычислительная математика и информатика. 2014. Т. 3, № 4. С. 5–35. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-i-standarty-elektronnogo-obucheniya> (дата обращения: 14.11.2023).

8. Рогожина Т.С. Методология создания образовательного онлайн-курса: от идеи до воплощения // МНКО. 2021. № 2 (87). С. 90–93. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologiya-sozdaniya-obrazovatel'nogo-onlayn-kursa-ot-idei-do-voploscheniya> (дата обращения: 14.11.2023).

9. Интеллектуальные методы разработки электронных учебных курсов для адаптивного обучения / А.Е. Шухман [и др.] // Вестник ОГУ. 2019. № 4 (222). С. 117–133. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnye-metody-razrabotki-elektronnyh-uchebnyh-kursov-dlya-adaptivnogo-obucheniya> (дата обращения: 14.11.2023).

10. Кречетов И.А., Романенко А.А. Реализация методов адаптивного обучения // Вопросы образования. 2020. № 2. С. 252–277.

Кручинин Владимир Викторович

Д-р техн. наук, профессор, зав. каф. технологий электронного обучения (ТЭО) факультета дистанционного обучения (ФДО) Института инноватики (ИИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050

ORCID: 0000-0001-5564-2797

Тел.: +7 (3822) 70-15-52

Эл. почта: kru@2i.tusur.ru

Перминова Мария Юрьевна

Канд. техн. наук, доцент каф. технологий электронного обучения (ТЭО) факультета дистанционного обучения (ФДО) Института инноватики (ИИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050

ORCID ID: 0000-0001-8359-7567

Тел.: +7 (3822) 70-15-52

Эл. почта: pmy@fdo.tusur.ru

Городович Андрей Викторович

Канд. техн. наук, директор Института инноватики (ИИ) ТУСУРа, доцент каф. технологий электронного обучения (ТЭО) факультета дистанционного обучения (ФДО) Института инноватики (ИИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050

Тел.: +7 (3822) 90-01-88

Эл. почта: gaw@2i.tusur.ru

Нариманова Гуфана Нурлабековна

Канд. физ.-мат. наук, доцент, декан факультета инновационных технологий (ФИТ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050

ORCID 0000-0002-0885-9480

Тел.: +7 (3822) 70-17-37

Эл. почта: guftana@mail.ru

Kruchinin V.V., Perminova M.Yu., Gorodovich A.V., Narimanova G.N.

Concept of Improving the Educational Process in ‘Informatics in TUSUR

The concept of improving the educational process in ‘Informatics’ for students of non-IT profiles of TUSUR is considered; a problem area is noted. The proposed strategy for improving the educational process includes the following key components: creating a computer science course model, developing elements of educational content of the course, developing a methodology for obtaining educational content of the course based on a model considering the requirements of non-IT departments, and finally creating some adaptive courses in electronic learning environment and testing them.

Keywords: educational process, educational process improvement, discipline of Informatics, course model, adaptive Informatics course.

References

1. Rulevskij VM. Programma razvitiya universiteta na 2021–2030 gody v ramkah realizacii programmy stra-tegicheskogo akademicheskogo liderstva «Prioritet2030». TUSUR, 2022. 164 s. Available from: https://storage.tusur.ru/files/157832/Programma_razvitiya_universiteta_na_2021_2030_21.12.22.pdf [Accessed: 11 November 2023]. (In Russ.)
2. Guseva AI, et al. Pervye uspehi i neudachi universitetov – uchastnikov treka «Territorial'noe i otraslevoe liderstvo» programmy «Prioritet-2030» [First Successes and Failures of Universities Participating in "Leadership in the Region and/or Industry" Track of the "Priority 2030" Program]. Vyshee obrazovanie v Rossii [Higher Education in Russia]. 2023;(7):48–66. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/pervye-uspehi-i-neudachi-universitetov-uchastnikov-treka-territorialnoe-i-otraslevoe-liderstvo-programmy-prioritet-2030> [Accessed: 11 November 2023]. (In Russ.)
3. Samojlik EN. Koncepcija kursa informatiki v tehničeskom vuze [The conception of the course of informatics in technical universities]. Vestnik OGU [Bulletin of OSU.]. 2011;16(135):567–569. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontsepsiya-kursa-informatiki-v-tehničeskom-vuze> [Accessed: 13 November 2023]. (In Russ.)
4. Mindzaeva JeV, Beshenkov SA. Sovremennyy obshheobrazovatel'nyj kurs informatiki v shkole i vuze: metodicheskie podhody k razvitiju soderzhaniya [A modern comprehensive course at school and university: approaches to the content development]. Otkrytoe obrazovanie [Open Education]. 2015;(3):8–18.
5. Koncepcija uchebnogo predmeta «Informatika». Obshhestvenno-professional'noe obsuzhdenie i vneshnjaja jekspertiza proekta POOP po uchebnomu predmetu «Informatika» dlja srednego obshhego obrazovaniya [The concept of the educational subject ‘Informatics’. General professional discussion and external expertise of the project on the educational subject "Informatics" for secondary general education.]. Available from: <https://infdiscussion.itmo.ru/p/poop-soo/124> [Accessed: 14 November 2023]. (In Russ.)
6. Bezdol'nyj AV. Model' jelektronnogo uchebnogo kursa kak sredstva organizacii samostojatel'noj podgotovki [E-study course pattern as means of self-directed learning]. Izvestija RGPU im. A. I. Gercena [Izvestiya RSPU named after A. I. Herzen]. 2009;(109):75–78. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-elektronnogo-ucebnogo-kursa-kak-sredstva-organizatsii-samostoyatel'noj-podgotovki> [Accessed: 13 November 2023]. (In Russ.)
7. Silkina NS, Sokolinskij LB. Modeli i standarty jelektronnogo obuchenija [E-learning models and standards]. Vestnik JuUrGU. Serija: Vychislitel'naja matematika i informatika [Bulletin of the South Ural State University. Series ‘Computational Mathematics and Software Engineering’]. 2014;3(4):5–35. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-i-standarty-elektronnogo-obuchenija> [Accessed: 14 November 2023]. (In Russ.)
8. Rogozhina TS. Metodologija sozdaniya obrazovatel'nogo onlajn-kursa: ot idei do voploshhenija [Methodology for creating an online educational course: from idea to implementation]. MNKO [The world of science, culture and education]. 2021;2(87):90–93. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologiya-sozdaniya-obrazovatel'nogo-onlajn-kursa-ot-idei-do-voploshhenija> [Accessed: 14 November 2023]. (In Russ.)

9. Shuhman AE, et al. Intellektual'nye metody razrabotki jelektronnyh uchebnyh kursov dlja adaptivnogo obucheniya [E-learning courses development intellectual methods for adaptive learning]. Vestnik OGU [Bulletin of OSU]. 2019;4(222):117–133. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnye-metody-razrabotki-elektronnyh-uchebyh-kursov-dlya-adaptivnogo-obucheniya> [Accessed: 14 November 2023]. (In Russ.)

10. Krechetov IA, Romanenko AA. Realizacija metodov adaptivnogo obucheniya [Implementing the Adaptive Learning Techniques]. Voprosy obrazovaniya [Education issues]. 2020;(2):252–277. (In Russ.)

Vladimir V. Kruchinin

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department, Department of E-learning Technologies, Faculty of Distance Learning, Institute of Innovations, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0001-5564-2797)
Phone: +7 (382-2) 70-15-52
Email: kru@2i.tusur.ru

Maria Yu. Perminova

Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor, Department of E-learning Technologies, Faculty of Distance Learning, Institute of Innovations, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 70-15-52
Email: pmy@2i.tusur.ru

Andrey V. Gorodovich

Candidate of Engineering Sciences, Director, Institute of Innovations, Assistant Professor, Department of E-learning Technologies, Faculty of Distance Learning, Institute of Innovations, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 90-01-88
Email: gaw@2i.tusur.ru

Gufana N. Narimanova

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Dean, Faculty of Innovative Technologies, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0002-0885-9480)
Phone: +7 (3822) 70-17-37
Email: guftana@mail.ru

УДК 378.046.4

Е.К. Малаховская, А.А. Сидоров

ВЕКТОР РАЗВИТИЯ УНИВЕРСИТЕТА ЧЕРЕЗ ТРАНСФОРМАЦИЮ КОНТЕНТА ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ В ПРОГРАММЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КЕЙСА ТУСУРА)

Представлен опыт ТУСУРа по интеграции образовательного контента основных образовательных программ высшего образования в программы дополнительного профессионального образования, как одно из направлений развития учебно-методической и организационной деятельности университета. Обозначены ключевые барьеры, препятствующие сотрудникам из числа профессорско-преподавательского состава по основным образовательным программам участвовать в разработке (проведении) курсов повышения квалификации и программ профессиональной переподготовки, а также разработанные на их основе организационно-методические решения. Описаны результаты запуска пилотной программы профессиональной переподготовки и 14 курсов повышения квалификации на основании одной ООП ВО «Государственное и муниципальное управление»

Ключевые слова: государственное и муниципальное управление, качество высшего образования, курсы повышения квалификации, программа дополнительного профессионального образования, программа профессиональной переподготовки, тенденции развития образования, трансформация образовательного контента.

Введение

Вопросы качества системы образования были и остаются одними из приоритетных в Российской Федерации. Практика давно показала, что высокий уровень современного образования может быть обеспечен путём грамотной интеграции образования, науки и бизнеса, а также посредством получаемого от этого синергетического эффекта. Не является исключением подход, основанный на сопряжении основных образовательных программ (ООП) высшего образования с программами дополнительного профессионального образования (ДПО).

Часть 7 статьи 10 Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» гласит, что система образования создает условия для непрерывного образования посредством реализации основных образовательных программ и различных дополнительных образовательных программ (ДОП), предоставления возможности одновременного освоения нескольких образовательных программ, а также учета имеющихся образования, квалификации, опыта практической деятельности при получении образования [1]. При этом в статье 6 конкретизируется, что дополнительное образование включает в себя такие подвиды, как дополнительное образование детей и взрослых и дополнительное профессиональное образование. Указанная норма задает важный вектор развития университетов, основывающийся на формировании модели миграции образовательного контента в различные формы и уровни, развивающиеся в рамках конкретных институций.

Актуальность существования в целом программ дополнительного профессионального образования очевидна как для «организаторов», так и для «получателей» услуг. Первые через программы дополнительного

профессионального образования преумножают ресурсы (финансирование, связи, статус образовательной организации и др.), вторые – удовлетворяют образовательные и профессиональные потребности, обеспечивая соответствие своей квалификации меняющимся условиям профессиональной деятельности и социальной среды [2], что повышает их конкурентоспособность на рынке труда.

Концептуализация проблемы

В образовательных организациях высшего образования (далее – университетах) могут реализовываться как ООП, так и ДОП, что и происходит. Однако чаще всего за реализацию ООП и ДОП отвечают разные структурные подразделения, которые обособлены друг от друга и каждый преследует свои цели. В связи с этим потенциал, используемый для реализации ООП, не в полной мере используется для развития ДОП, во время как именно на факультетах, кафедрах и в лабораториях университета сосредоточена профессиональная экспертиза, которую можно тиражировать и монетизировать.

В качестве следствий зафиксированного противоречия можно вывести следующие тезисы:

◆ для университета в целом и преподавателей (спикеров) ДОП в частности: снижение конкурентоспособности университета, его рейтинга и престижа; потеря значительного объема финансовых поступлений, которые могли быть обеспечены продажей курсов повышения квалификации и программ профессиональной переподготовки; профессиональное выгорание сотрудников в силу отсутствия векторов развития и профессионального применения своих компетенций;

◆ для граждан: отсутствие возможности получения качественного образования на протяжении разных этапов жизни и, как результат, снижение уровня грамотности населения;

♦ для страны: снижение уровня социально-экономического развития.

В связи с актуальностью поиска решения обозначенной проблемы одной из целей развития учебно-методической и организационной деятельности Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) стал запуск пилотной программы ДПО на базе основной образовательной программы.

В рамках достижения поставленной цели решался ряд задач на базе общей и специальной методологии. Во-первых, согласование целей и ключевых показателей результативности, которые преследуют две стороны: субъекты, отвечающие за реализацию ООП, и отвечающие за программы ДПО. Во-вторых, опрос носителей профессиональной экспертизы для понимания мотивов и работы с возражениями в рамках их участия в реализации программы ДПО помимо основной нагрузки по ООП. В-третьих, сопоставление образовательного контента дисциплин из учебного плана ООП с потребностями целевых аудиторий ДОП. В-четвёртых, моделирование (сборка) программы ДПО на основании потребностей целевых групп.

Результаты исследования и авторские предложения по их практическому применению

С целью тестирования гипотезы было принято решение запустить пилотную программу ДПО на основе проработки кейса по трансформации образовательного контента из ООП по направлению «Государственное и муниципальное управление» в одноименную программу профессиональной переподготовки.

По результатам проведенного опроса сотрудников ТУСУРа, задействованных в реализации различных ООП, были выявлены три основные причины их неучастия в программах ДПО;

♦ высокая загруженность представителей профессорско-преподавательского состава в рамках реализации ООП (нет времени);

♦ незнание о возможности участия в программах ДОП, в т.ч. непонимание как «упаковать» дисциплину из ООП в программу ДПО и т.п.;

♦ стереотип о том, что это дополнительная неоплачиваемая нагрузка (незнание системы оплаты труда в рамках ДОП).

Данные положения легли в основу организационно-методических решений при построении программы ДПО:

♦ использовать дистанционный формат обучения по программе и все возможности платформы электронных курсов;

♦ задействовать в программе ДПО уже имеющийся теоретический материал, практические задания и тестовые вопросы;

♦ минимизировать активное участие преподавателей в сопровождении программы через запись видеолекций (многократное использование), автоматическую проверку тестовых заданий и др.;

♦ ввести роль «методиста» программы, который возьмет на себя организационно-технические вопросы, включая упаковку образовательного контента в электронный курс и др.

Разработка и модернизация учебных планов по ООП «Государственное и муниципальное управление» в ТУСУРе традиционно осуществляется на основании текущего состояния и перспектив развития рынка труда в данном секторе экономики. В связи с этим изначально было понятно, кто может выступать потенциальным потребителем программы ДПО по аналогичному направлению. Рамки запуска программы ДПО были представлены следующими основаниями:

♦ организовать программу профессиональной переподготовки «Государственное и муниципальное управление» и курсы повышения квалификации на базе дисциплин, формирующих hard-skills в аналогичной ООП ВО;

♦ целевой аудиторией программы определить сотрудников органов государственного и муниципального управления, руководителей отделов и организаций, специалистов по подбору кадров;

♦ форму обучения установить заочную с применением дистанционных образовательных технологий.

Таким образом, программа профессиональной переподготовки «Государственное и муниципальное управление» была «упакована» в 14 модулей, каждый из которых построен на образовательном контенте аналогичных дисциплин ООП ВО уровней бакалаврита и магистратуры, адаптированных под особенности и потребности целевой аудитории программ ДПО. Для каждого модуля создан электронный курс с унифицированным оформлением; для систематизации материала и удобной ориентации по всем модулям программы введен дополнительный электронный курс «навигатор», где представлены общие сведения о программе, авторах, перечень модулей и рекомендуемые сроки для освоения, информация по итоговой аттестации по программе, форма обратной связи и др.

Кроме того, благодаря грамотной проработке структуры и содержания каждого отдельного модуля стало возможным представить их как самостоятельные продукты – 14 курсов повышения квалификации:

- 1) «Основы государственного и муниципального управления»,
- 2) «Экономика общественного сектора»,
- 3) «Государственные и муниципальные финансы»,
- 4) «Государственное регулирование экономики»,
- 5) «Демография»,
- 6) «Региональное управление и территориальное планирование»,
- 7) «Управление административными процессами»,
- 8) «Принятие и исполнение государственных решений»,
- 9) «Управление государственными и муниципальными закупками»,

- 10) «Государственная и муниципальная служба»,
- 11) «Управленческие компетенции»,
- 12) «Управление проектами»,
- 13) «Управление персоналом»,
- 14) «Управление государственной собственностью».

В итоге на базе ООП ВО «Государственное и муниципальное управление» была запущена пилотная программа профессиональной переподготовки с одноименным названием и 14 курсов повышения квалификации (рис. 1).

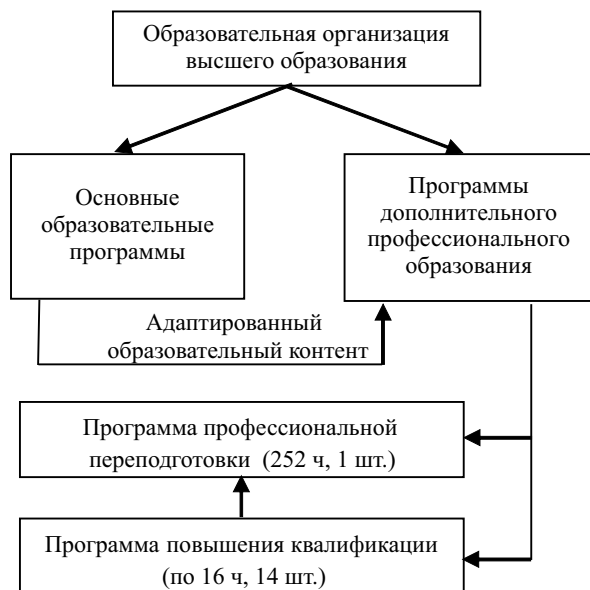


Рис. 1. Концептуальное представление результатов запуска пилотных программ ДОП через трансформацию образовательного контента ООП ВО «Государственное и муниципальное управление»

На текущий момент (ноябрь 2023) по программе профессиональной переподготовки учатся 37 слушателей, 38 человек завершили обучение. С целью «обкатки» программы и использования собственных ресурсов университета для решения внутренних задач было принято решение первый запуск делать с акцентом на внутренних сотрудников университета по линии Центра повышения квалификации профессорско-преподавательского состава ТУСУРа – профессиональная переподготовка административно-управленческого персонала университета для выполнения требований по занимаемой должности в соответствии с Приказом Минздравсоцразвития России от 11.01.2011 № 1н «Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования» [3]. В итоге 31 человек завершил обучение, 27 слушателей – в процессе. К программе сразу проявили интерес и внешние слу-

шатели, руководствуясь как аналогичной проблемой, так возможностью получения дополнительной квалификации для работы в государственных (муниципальных) органах власти и управления. Из них 7 уже завершили обучение, 10 – в процессе. Кроме того, 16 человек осваивают курсы повышения квалификации.

Заключение

В результате запуск пилотной программы дополнительного профессионального образования на базе основной образовательной программы «Государственное и муниципальное управление» показал свою актуальность, востребованность, а вместе с тем низкую трудозатратность в реализации, что подтверждается высокими оценками в обратной связи от слушателей (получателей услуги), от преподавателей-разработчиков модулей / курсов, а также от руководства университета (содействие выполнению показателей в рамках программы «Приоритет-2030» и др.). Полученный опыт от запуска пилота лег в основу новой программы профессиональной переподготовки «Риск-менеджмент в государственном и муниципальном управлении», построенной по тем же принципам, и может быть тиражирован на иные образовательные продукты.

Литература

1. Об образовании в Российской Федерации: Федер. закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174 (дата обращения: 20.11.2023).
2. Система дополнительного профессионального образования // Межотраслевой региональный институт подготовки кадров. URL: <https://www.esstu.ru/uportal/edu/dpo/dpoSystem.htm> (дата обращения: 20.11.2023).
3. Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования»: приказ Минздравсоцразвития России от 11 января 2011 г. № 1н. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_112416/ (дата обращения: 20.11.2023).

Малаховская Елена Константиновна

Ст. преподаватель кафедры автоматизации обработки информации (АОИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
 Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
 Тел.: +7 (923) 425-54-21
 Эл. почта: elena.k.malakhovskaia@tusur.ru

Сидоров Анатолий Анатольевич

Канд. экон. наук, доцент, зав. каф. автоматизации обработки информации (АОИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
 Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
 ORCID 0000-0002-9236-3639
 Тел.: +7 (913) 802-88-09
 Эл. почта: anatolii.a.sidorov@tusur.ru

Malakhovskaia E.K., Sidorov A.A.

Vector of University Development by Means of Transformation of the Content of Basic Educational Programs into Those of Additional Professional Education (using the case of TUSUR)

The experience of TUSUR in integrating the educational content of basic educational programs of higher education into those of additional professional education, as one of the directions for the development of educational, methodological and organizational activities of the university is presented. Key barriers that prevent faculty members of the main educational programs from participating in the development (conducting) of advanced training courses and professional retraining programs, as well as some organizational and methodological solutions developed on their basis are identified. The results of realizing a pilot program of professional retraining and 14 advanced training courses based on 'Public and Municipal Administration' educational program of higher education are described.

Keywords: Public and Municipal Administration, quality of higher education, advanced training courses, additional professional education program, professional retraining program, trends in the development of education, transformation of educational content.

References

1. Federal Law of Russian Federation № 273-FZ adopted 29 December 2012 «Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii». Available from: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174 [Accessed: 20 November 2023]. (In Russ.)
2. Sistema dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovanija [The system of additional professional education]. Mezhotraslevoj regional'nyj institut podgotovki kadrov [Mezhotraslevoj regional'nyj institut podgotovki kadrov]. Available from: <https://www.esstu.ru/uportal/edu/dpo/dpoSystem.htm> [Accessed: 20 November 2023]. (In Russ.)
3. Decree of the Ministry of Health and Social Development of Russia № 1n adopted 11 January 2011. « Ob utverzhdenii Edinogo kvalifikacionnogo spravocznika dolzhnostej rukovoditelej, specialistov i sluzhashhih, razdel «Kvalifikacionnye harakteristiki dolzhnostej rukovoditelej i specialistov vysshego professional'nogo i dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovanija». Available from: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_112416 [Accessed: 20 November 2023]. (In Russ.)

Elena K. Malakhovskaia

Senior Lecturer, Department of Data Processing Automation, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (923-4) 25 54-21
Email: elena.k.malakhovskaia@tusur.ru

Anatolii A. Sidorov

PhD of Economic Sciences, Head of the Department, Department of Data Processing Automation, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0002-9236-3639)
Phone: +7 (913-8) 02 88-09
Email: anatolii.a.sidorov@tusur.ru

УДК 378.046.4

О.М. Бабанская, А.В. Ковшов, М. Соколова

ОБ ОПЫТЕ ТУСУРА В ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Рассмотрены проблемы, связанные с дефицитом компетенций преподавателей, участвующих в разработке и реализации программ дополнительного профессионального образования, а также с организацией бизнес-процессов системы ДПО вузов. Представлен опыт ТУСУРа в подготовке кадров для системы непрерывного профессионального образования в рамках реализации собственного проекта «Онлайн-школа ДПО».

Ключевые слова: дополнительное профессиональное образование, компетенции преподавателей, обучение взрослых, повышение квалификации, программы ДПО, бизнес-процессы системы ДПО.

Дополнительное профессиональное образование (ДПО) играет важную роль в подготовке кадров государства, данная повестка отмечается в поручениях Президента по итогам расширенного заседания Президиума Государственного Совета, состоявшегося 21 сентября 2023 года [1]. В условиях экономических и политических ограничений, когда Россия стремится к развитию экономики и укреплению технологической независимости, необходимо обеспечить наличие квалифицированных специалистов в различных отраслях. Для этого важно обучать специалистов не только техническим навыкам, но и умению работать в команде, управлять проектами и принимать решения. В связи с этим от разработчиков, преподавателей программ и команд ДПО требуются те же навыки и умения.

Система непрерывного профессионального образования базируется преимущественно на вузовском образовании. Именно вузы и отраслевые институты повышения квалификации реализуют большинство программ ДПО. К сожалению, вузовские программы ДПО не всегда оперативно учитывают актуальные изменения производственных и рабочих процессов, чаще всего являются модификациями вузовских дисциплин, разрабатываются без активного участия работодателя и зачастую преподавателями, не имеющими опыта работы в реальном секторе экономики, и основаны в лучшем случае на результатах научных исследований. Программы ДПО реализуются на имеющемся в вузе далеко не самом современном оборудовании. Большую конкуренцию вузовскому сектору ДПО составляют корпоративные учебные центры и институты, которые способны более гибко и оперативно готовить кадры под бизнес-задачи своих предприятий и компаний, а также растущий рынок Edtech-компаний, использующих продуктивный подход к разработке программ, внедряющих мотивационную систему оплаты труда, автоматизацию отчетов и систематизацию бизнес-процессов, опирающихся на данные. При этом Edtech тратит на маркетинг до 35% своей плановой выручки.

Находясь в жесточайшей конкуренции за слушателей, вузам, а особенно участникам проекта «Приоритет 2030», ключевыми показателями которого являют-

ся количество обученных лиц по программам ДПО и средств, полученных от их реализации, приходится искать пути достижения данных показателей, не теряя при этом качество подготовки специалистов, выходя на новый уровень своего развития, используя бизнес-подходы к реализации образовательных программ.

Но стратегические изменения в системе образования невозможны без подготовки собственных кадров, способных работать в условиях неопределенности и жесткой конкуренции, нацеленных на результат и несущих персональную ответственность. Поскольку ключевой фигурой в системе подготовки специалистов для отраслей экономики является преподаватель, то, по оценкам экспертов, вузам необходимо в первую очередь осуществлять формирование и системную подготовку элитного преподавательского сообщества, отвечающего не только требованиям времени, но и опережающего его за счет своих актуальных знаний, харизмы, умения работать с будущим. Должна проводиться работа по формированию новых компетенций у их носителей посредством системной работы по повышению квалификации и применению иных форм их освоения [2].

В 2019–2020 гг. команды трех томских вузов (ТГУ, ТУСУР, ТГПУ) участвовали в мероприятии по подготовке научно-педагогических работников к реализации программ непрерывного образования в рамках федерального проекта «Новые возможности для каждого». Обучение по сетевой программе «Разработка программ непрерывного образования с учетом особенностей целевой аудитории» прошли более 470 научно-педагогических работников и представителей организаций-работодателей из 20 вузов и 33 корпоративных учебных центров 23 регионов РФ. Опыт реализации проекта показал колоссальный дефицит компетенций у преподавателей и специалистов, реализующих программы ДПО. Большинство преподавателей не понимают сути компетентностного подхода, не умеют декомпозировать компетенции на образовательные результаты, не могут проследить влияние результатов обучения на формирование системы итогового и формирующего оценивания, на подбор образовательной

технологии. В результате программы ДПО, созданные по тематическому принципу, превращаются в набор лекций и проверку тестами. Аналогичный дефицит наблюдается и в освоении преподавателями технологий формирования универсальных компетенций, обеспечивающих адаптивность и комфортное функционирование специалиста в новых условиях (работа в команде, эмоциональный интеллект, критическое мышление, эффективная коммуникация, креативность и др.). Вузовские программы ориентированы преимущественно на формирование фундаментальных знаний и профессиональных компетенций. Учебный процесс строится, как правило, по традиционной модели передачи готового знания. Место интерактивного обучения, групповых и проектных форм работы и других современных образовательных технологий в силу дефицита у преподавателей соответствующих компетенций пока остается скромным. При построении программ ДПО задача формирования данного вида компетенций, как правило, даже не ставится. Кроме того, вузовское сообщество далеко от нормативной базы ДПО, понимания бизнес-процессов системы ДПО, мало кто владеет методикой обучения взрослых и цифровой дидактикой.

Анализируя накопленный опыт работы с вузовскими преподавателями, опираясь на собственный многолетний опыт работы в коммерческих программах ДПО, команда специалистов управления дополнительного образования ТУСУРа в 2021 году разработала образовательный проект «Онлайн-школа ДПО» с целью обмена опытом, формирования и развития компетенций профсообщества ДПО [3]. В программе Школы два трека повышения квалификации:

трек 1 «Проектирование программы ДПО: от анализа рынка до визитки курса» – для преподавателей, методистов, наставников, специалистов-практиков дополнительного образования;

трек 2 «Система ДПО организации: от анализа рынка до программы развития» – для руководителей и специалистов учебных центров ДПО.

За 2 года реализации проекта обучение прошли более 1200 человек из более чем 120 организаций (более 85 вузов и 35 организаций СПО и корпоративных учебных центров) 48 регионов РФ, распределение по трекам: 68% – участники трека 1 для преподавателей и 32% – участники трека 2 для специалистов и руководителей.

Анализ входных анкет участников пяти запусков проекта «Онлайн-школа ДПО» показал:

- опыт работы в ДПО имеют 56% преподавателей и методистов (слушатели трека 1) и 90% слушателей трека 2;

- 43% преподавателей не умеют разрабатывать электронные курсы;

- 30% специалистов и руководителей из трека 2 имеют опыт работы в сетевых проектах, а 52% имеют опыт участия в федеральных проектах по ДПО;

- 64% участников обоих треков имеют опыт анализа профессиональных стандартов;

- 64% участников трека 2 отметили, что не имеют в штате и не привлекают по договору подряда специалистов по маркетингу и продажам.

Результатом обучения по треку 1 является спроектированная по обратному дизайну программа ДПО и разработанная цифровая визитка. Примечательно, что 43% выпускников школы ДПО проектировали программы в области профессиональной деятельности «Образование и науки», а это означает готовность работать в ДПО пока только в сфере образования, а не в реальном секторе экономики.

Результатом обучения участников трека 2 является командная работа по созданию концепции развития ДПО в своей организации. На основе анализа разработанных участниками трека 2 концепций можно выделить следующие проблемы, отмечаемые командами практически всех организаций:

- отсутствие стратегии ДПО в вузах вследствие дефицита интереса у руководства к развитию ДПО;

- ДПО вузов чаще всего децентрализовано, нет выделенного проектного офиса ДПО в структуре университетов;

- низкий уровень среднего менеджмента, сотрудники не вовлечены в стратегические задачи университета;

- нет единого позиционирования вуза, включающего ДПО;

- слабый уровень цифровизации бизнес-процессов;

- отсутствие выстроенной системы продаж и маркетинга системы ДПО;

- отсутствие продуктового подхода к разработке программ;

- наличие большого количества «одноразовых» программ;

- преподаватели ДПО – не практики, при этом имеют низкий уровень цифровых компетенций и не владеют методикой обучения взрослых.

В октябре мы провели опрос выпускников первых четырех Школ ДПО, который показал, что 51% преподавателей реализовали спроектированную в Школе ДПО программу, а 32% реорганизовали свои электронные курсы, 47% участников стали тщательнее анализировать целевую аудиторию и конкурентов, 35% преподавателей отмечают изменения в ДПО в лучшую сторону в своей организации и улучшение качества программ, 41% руководителей пересмотрели функционал своих сотрудников и привлекли авторов программ к продвижению, 53% руководителей учебных центров ДПО перевели в реальный план работы разработанную в рамках Школы концепцию развития ДПО, 23% участников вступили в сетевое взаимодействие, в том числе с партнерами, с которыми познакомились на Школе ДПО.

В заключение отметим, Школа ДПО – это не только образовательная площадка, но и место общения, нетворкинга профсообщества ДПО, в котором важна слаженная командная работа на результат руководителей и специалистов учебных центров ДПО, а также преподавателей – полноценных членов таких команд. Благодаря подобным проектам и программам подготовки специалистов сферы образования в кооперации вузов, имеющих лучшие практики в системе ДПО, Edtech-партнеров, центров «Мой бизнес», региональных центров компетенций в сфере производительности труда, Советов по профессиональным квалификациям система непрерывного профессионального образования может выйти на новый качественный уровень, удовлетворяя кадровые потребности экономики страны.

Литература

1. Перечень поручений по итогам расширенного заседания Президиума Госсовета (утв. Президентом РФ 1 ноября 2023 г. № Пр-2192ГС). URL: <https://base.garant.ru/407920009/?ysclid=lp0s1wqpe946662029> (дата обращения: 22.11.2023).
2. Андреева И.В. О человеческом капитале замолвите слово. URL: https://vk.com/@dpo_vn-o-chelovecheskom-kapitale-zamolvite-slovo (дата обращения: 22.11.2023).
3. Всероссийская онлайн-школа ДПО. URL: <https://dpo.tusur.ru/> (дата обращения: 22.11.2023).

Бабанская Олеся Мирославовна

Канд. физ.-мат. наук, зам. нач. управления дополнительного образования, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID 0000-0003-1430-5502
Тел.: +7 (3822) 70-17-36
Эл. почта: bom@2i.tusur.ru

Ковшов Алексей Валерьевич

Начальник управления дополнительного образования, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (3822) 70-17-36
Эл. почта: kav@2i.tusur.ru

Соколова Марина

Инженер управления дополнительного образования, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (3822) 70-17-36
Эл. почта: sma@2i.tusur.ru

Babanskaja O.M. Kovshov A.V., Sokolova M.

TUSUR Experience in Training Personnel for the System of Additional Professional Education

The problems related to the lack of competencies of teachers involved in developing and implementing programs of additional professional education (APE), as well as the organization of business processes within the system of additional professional education of universities are considered. TUSUR experience in training personnel for the system of continuing professional education within the project ‘Online School of Additional Professional Education’.

Keywords: additional professional education (APE), teacher competencies, adult education, advanced training, APE programs, business processes of APE system.

References

1. List of instructions on the results of the extended meeting of the Presidium of the State Council (approved by the President of the Russian Federation on November 1, 2023, N Пр-2192ГС). Available from: <https://base.garant.ru/407920009/?ysclid=lp0s1wqpe946662029> [Accessed: 22 November 2023]. (In Russ.)
2. Andrejanova IV. O chelovecheskom kapitale zamolvite slovo [Say a word about human capital]. Available from: https://vk.com/@dpo_vn-o-chelovecheskom-kapitale-zamolvite-slovo [Accessed: 22 November 2023]. (In Russ.)
3. Vserossijskaya onlajn shkola DPO [All-Russian Online School of APE]. Available from: <https://dpo.tusur.ru/> [Accessed: 22 November 2023]. (In Russ.)

Olesja M. Babanskaja

PhD in Physics and Mathematics, Deputy Head, Department of Additional Education, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0003-1430-5502)
Phone: +7 (382-2) 70-17-36
Email: iii@zgtu.krs.ru

Aleksej V. Kovshov

Head, Department of Additional Education, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 70-17-36
Email: kav@2i.tusur.ru

Marina Sokolova

Engineer, Department of Additional Education, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 70-17-36
Email: sma@2i.tusur.ru

УДК 378.046.4:378.147

Н.Н. Кривин, А.П. Концевая

РАЗРАБОТКА КУРСОВ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ МАГИСТРОВ И РАЗВИТИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Рассматривается проблема развития дополнительного профессионального образования в ТУСУРе. На основе проведённого анализа структуры и особенностей образовательного процесса магистратуры и специальностей университета, а также показателей развития дополнительного профессионального образования авторами предложен способ решения сформулированной проблемы. Смысл предлагаемого способа заключается в трансформации полученных в магистерской диссертации результатов в форму курсов повышения квалификации, реализуемых управлением дополнительного образования. Дополнительным положительным эффектом такого решения является повышение эффективности формирования педагогической компетенции магистрантов.

Ключевые слова: высшее образование, магистратура, диссертация, педагогическая компетенция магистров, курсы повышения квалификации, развитие дополнительного профессионального образования.

Анализ проблемной ситуации

Современный мир характеризуется высоким уровнем научно-технического прогресса, который ведет к постоянным изменениям условий рынка труда, где возникают новые тенденции, профессии и требования к специалистам. Эффективная подготовка квалифицированных кадров возможна только в том случае, если система образования является гибкой и своевременно реагирует на изменения рынка труда. Профессиональное образование в России не является исключением, оно достигает своей гибкости за счет уровневой системы, компетентностного подхода и системы дополнительного профессионального образования (ДПО). Кроме того, в 2024–2025 годах ожидается начало так называемого «четвертого периода стандартизации высшего образования» [1], которое вызвано появлением проекта федерального государственного образовательного стандарта высшего образования ФГОС ВО 4-го поколения [2], приходящего на смену действующему ФГОС ВО 3++.

Таким образом, в современных условиях эффективность подготовки квалифицированных кадров определяется развитостью дополнительного профессионального образования и степенью его согласованности с уровнями системы высшего образования. Участие ТУСУРа в федеральной программе «Приоритет 2030» ужесточает требования к университетским показателям дополнительного профессионального образования и приводит к необходимости его совершенствования.

Главным изменением высшего образования за последние десятилетия стало введение в 1993 году в России уровней бакалавриата и магистратуры, что положило основу современного образования. Однако взгляд на новые уровни высшего образования и требования к ним изменяются до сих пор. Появление феде-

рального закона «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ [3], который определил аспирантуру третьим уровнем высшего образования (или четвертым уровнем профессионального образования), заставило заново пересмотреть роль магистратуры в системе высшего образования. Теперь роль магистратуры заключается не только в расширении или углублении знаний, полученных на уровне бакалавриата, но в предварительной подготовке к обучению в аспирантуре [4]. Изменения в понимании роли магистратуры справедливы и для специалитета, так как обе формы обучения относятся ко второй ступени высшего образования. Одной из задач аспирантуры является подготовка кадров высшей школы: исследователей, учёных, преподавателей.

Во ФГОС ВО для большинства направлений подготовки магистратуры и специальностей наряду с общими профессиональными компетенциями появились требования к формированию педагогических компетенций и педагогическому виду деятельности. Как следствие, в учебных планах была внедрена факультативная дисциплина «Преподаватель высшей школы» (ПВШ). Несмотря на это ФГОС ВО 3++ оставляет свободу выбора типа практики за учебными заведениями, а статус факультативной дисциплины делает её необязательной к изучению.

Таким образом, данная свобода выбора приводит нас к вопросу: насколько эффективно решается задача подготовки кадров высшей школы в рамках магистратуры и специалитета?

С целью поиска ответов на обозначенные вопросы и вызовы проанализируем структуру и особенности образовательного процесса магистратур и специальностей, а также показателей развития системы дополнительного профессионального образования ТУСУРа.

Анализ текущего образовательного процесса магистратур и специалитетов в ТУСУРе

С целью определения уровня значимости педагогического вида деятельности в текущем образовательном процессе были проанализированы ФГОС ВО 3++ и рабочие учебные планы для каждого направления подготовки магистратуры и специалитета. ФГОС ВО проанализированы на наличие педагогического вида деятельности и требований к формированию у обучающихся педагогических компетенций, а учебный план – на наличие дисциплин, непосредственно формирующих педагогические компетенции. Результаты анализа представлены в таблице 1. Из нее следует, что

педагогический вид профессиональной деятельности имеется во ФГОС ВО только у 16 из 25 специальностей и направлений подготовки уровня магистратуры. При этом только четверть направлений и специальностей действительно содержат в учебном плане дисциплины, формирующие педагогические компетенции. В большинстве случаев это дисциплина «Преподаватель высшей школы» (ПВШ), которая является факультативной, обеспечивается во втором и третьем семестрах магистратуры и за которой закреплены только универсальные компетенции (УК). Очевидно, что статус факультатива делает данную дисциплину для студентов необязательной к изучению.

Таблица 1

Результаты анализа образовательного процесса магистрантов и специалистов в ТУСУРе

Код направления и уровень подготовки	Наличие педагогического вида деятельности (ФГОС ВО 3++)	Наличие дисциплин в РУП, включающих педагогические компетенции
10.05.02 - Информационная безопасность телекоммуникационных систем / Специалитет	Нет*	Нет
10.05.03 - Информационная безопасность автоматизированных систем / Специалитет	Нет*	Нет
10.05.04 - Информационно-аналитические системы безопасности / Специалитет	Нет*	Нет
11.05.01 - Радиоэлектронные системы и комплексы / Специалитет	Нет*	Нет
25.05.03 - Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования / Специалитет	Да	Нет
38.05.01 - Экономическая безопасность / Специалитет	Да	Нет
01.04.02 - Прикладная математика и информатика / Магистратура	Да	Нет
09.04.01 - Информатика и вычислительная техника / Магистратура	Нет*	Нет
09.04.04 - Программная инженерия / Магистратура	Нет*	Нет
1.04.01 - Радиотехника / Магистратура /	Нет*	Нет
111.04.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи / Магистратура	Нет*	Нет
11.04.04 - Электроника и наноэлектроника / Магистратура	Да	Только у кафедр ЭП, ПрЭ, КИПР
12.04.03 - Фотоника и оптоинформатика / Магистратура	Нет*	Нет
15.04.06 - Мехатроника и робототехника / Магистратура	Да	Да
27.04.02 - Управление качеством / Магистратура	Да	Нет
27.04.04 - Управление в технических системах / Магистратура	Да	Нет
27.04.05 - Инноватика / Магистратура	Да	Да
38.04.01 - Экономика / Магистратура	Да	Нет
38.04.02 - Менеджмент / Магистратура	Да	Нет
38.04.03 - Управление персоналом / Магистратура	Да	Нет

Код направления и уровень подготовки	Наличие педагогического вида деятельности (ФГОС ВО 3++)	Наличие дисциплин в РУП, включающих педагогические компетенции
38.04.04 - Государственное и муниципальное управление / Магистратура	Да	Нет
38.04.05 - Бизнес-информатика / Магистратура	Да	Нет
10.04.01 - Информационная безопасность / Магистратура	Да	Нет
39.04.03 - Организация работы с молодежью / Магистратура	Да	Нет
40.04.01 - Юриспруденция / Магистратура	Да	Да
<i>Примечание.</i> Педагогического вида деятельности нет, но организация вправе устанавливать собственный вид практики		

Во ФГОС ВО рассмотренных направлений и специальностей к педагогическим относятся следующие компетенции:

1) способен проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров;

2) способен овладевать навыками разработки учебно-методических материалов для студентов по отдельным видам учебных занятий;

3) способен организовывать и осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам в области машиностроения;

4) способен разрабатывать учебно-методические материалы и участвовать в реализации образовательных программ в области образования;

5) способен преподавать юридические дисциплины на высоком теоретическом и методическом уровне.

Проблемы реализации педагогического вида деятельности для технических специальностей

Несмотря на наличие во ФГОС ВО требований к формированию у обучающихся педагогических компетенций, многие кафедры не включают педагогический вид деятельности в учебные планы. Среди предполагаемых причин этого явления следующие:

– выпускающие кафедры не считают педагогические навыки значимыми для профессиональной деятельности своих выпускников;

– выпускающие кафедры не имеют представления о том, как обеспечить выполнение данных требований;

– у выпускающих кафедр существует нехватка квалифицированных кадров для обеспечения педагогических дисциплин;

– выпускающие кафедры не имеют представления о том, как связать педагогические компетенции с другими типами компетенций.

Первая причина, как мы полагаем, обусловлена тем, что всего лишь 3% выпускников магистратуры поступают в дальнейшем в аспирантуру. При этом далеко не каждый выпускник аспирантуры продолжает преподавательскую деятельность в вузе. Поэтому выпускающие кафедры вместо формирования у маги-

странтов педагогических компетенций фокусируются на их углубленной профессиональной подготовке [5].

Вторая причина является следствием невозможности введения обучающихся в учебный процесс в роли преподавателей. Для этого необходимо трудоустройство магистрантов, а также перераспределение учебной нагрузки в ходе учебного процесса, что представляет известные трудности:

– распределение нагрузки и формирование штатного расписания выпускающих кафедр происходит за три месяца до начала очередного учебного года;

– трудоемкость поручаемой магистранту нагрузки в разы меньше трудоемкости, эквивалентной минимальной дискретной доле ставки на преподавательской должности ассистента;

– магистрант не может быть трудоустроен на преподавательскую должность ассистента, если у него нет годового опыта работы в образовательной организации в других должностях [6].

Третья причина является следствием отсутствия у членов коллективов выпускающих кафедр педагогической квалификации, ведь они в большинстве своём не оканчивали педагогические университеты. Одна из целей разработки и обеспечения управлением дополнительного образования (УДО) ТУСУРа программы профессиональной переподготовки (ППП) «Преподаватель высшей школы» заключалась в ликвидации этой проблемы. Если устранить третью причину, четвертая проблема решится сама собой.

Показатели развития системы дополнительного профессионального образования

Дополнительное профессиональное образование имеет несколько функций.

1. Повышение квалификации и улучшение профессиональных навыков. Оно позволяет специалистам получать новые знания, умения и навыки, которые могут быть полезны для выполнения их текущих задач.

2. Развитие карьеры. Дополнительное образование может помочь работникам продвинуться по карьерной лестнице, так как работодатели часто оценивают наличие у сотрудников дополнительных знаний и навыков.

3. Улучшение конкурентоспособности на рынке труда. Работники, имеющие дополнительное образова-

ние, могут быть более привлекательными для работодателей и иметь больше возможностей для получения высокооплачиваемой работы.

4. Подготовка к новым ролям или проектам. Дополнительное образование может помочь работникам подготовиться к новым ролям или проектам внутри компании или за ее пределами.

5. Личностный рост и развитие личности. Получение новых знаний и навыков может способствовать личностному развитию и повышению уверенности в себе.

Для выполнения своих функций система ДПО разрабатывает и реализует программы профессиональной переподготовки и курсы повышения квалификации.

Программа профессиональной переподготовки – это образовательная программа, которая предназначена для тех, кто хочет изменить свою профессию или освоить новую область знаний. Она позволяет получить необходимые знания и навыки для работы в новой сфере деятельности. В рамках программы профессиональной переподготовки студенты изучают теоретический материал по выбранной специальности, проходят практические занятия, стажировки и выполняют проекты. По окончании программы выпускники получают диплом о профессиональной переподготовке, который подтверждает их квалификацию в новой области.

Курс повышения квалификации (КПК) – это образовательная программа, которая предназначена для тех, кто уже имеет определенный уровень знаний и опыта в определенной области и хочет улучшить свои навыки и знания. Обычно такие курсы проводятся специализированными учебными центрами или университетами и могут быть как очными, так и заочными. Целью таких курсов является повышение профессиональной компетенции специалистов в своей сфере деятельности.

Под развитием системы дополнительного профессионального образования в ТУСУРе мы понимаем следующее:

- 1) увеличение числа компетентных преподавателей-методистов и разработчиков КПК/ППП, прошедших ППП ПВШ;
- 2) увеличение объема средств, заработанных от реализации КПК/ППП;
- 3) увеличение числа слушателей КПК/ППП;
- 4) увеличение разнообразия категорий слушателей КПК/ППП;
- 5) увеличение разнообразия КПК/ППП;
- 6) увеличение популярности, актуальности и востребованности КПК в общероссийском и общемировом масштабах (расширение географии и конкурентоспособности КПК, разработанных в ТУСУРе);
- 7) увеличение оригинальности контента КПК/ППП и улучшение формы его подачи;
- 8) соблюдение разработчиками курсов и программ чужих авторских прав;

9) улучшение качества контента КПК/ППП и эффективности его производства (в частности, с использованием студии Jalingo);

10) улучшение направленности, адресности, доступности контента КПК/ППП для разных категорий слушателей (школьники, бакалавры, специалисты, магистры);

11) увеличение эффективности методики КПК/ППП;

12) увеличение содержательной наполненности КПК/ППП;

13) увеличение вовлеченности кафедр в процессы разработки КПК/ППП (не только выпускающих, но и обеспечивающих), реализация междисциплинарных курсов и программ;

14) снижение «одноразовости» КПК;

15) улучшение обеспеченности КПК/ППП программным, материально-техническим и кадровым обеспечением;

16) масштабирование возможности удаленной работы на лабораторном техническом оборудовании и программном обеспечении КПК/ППП в онлайн-режиме.

Попытаемся понять, как согласовать продукты ДПО с продуктами, разрабатываемыми магистрантами. Для этого проанализируем, какими характеристиками должны обладать результаты выполнения магистерских диссертаций (МД).

Соотношение результатов магистерских диссертаций и продуктов системы ДПО. Вариант решения проблемы

Согласно Положению о выпускной квалификационной работе обучающихся в ТУСУРе от 24.06.2021 МД – это форма выпускной квалификационной работы, представляющая собой самостоятельное и логически завершенное исследование конкретной задачи, связанной с видом деятельности, к которому готовится магистрант (научно-исследовательской, производственно-технологической, организационно-управленческой, педагогической и т.д.). При выполнении МД выпускник должен показать свои способности и умения, опираясь на полученные углубленные знания, умения и сформированные компетенции, самостоятельно решать на современном уровне задачи профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения. Кроме того, чтобы быть допущенным к защите, магистранту необходимо иметь не менее одной публикации по теме исследования, а на защите магистрант должен отразить положения, выносимые на защиту. Тема МД должна быть актуальной, а результаты – обладать новизной и практической значимостью. Другими словами, магистерская диссертация в свете всего вышеизложенного является прообразом кандидатской диссертации.

Из сравнения характеристик продуктов системы дополнительного профессионального образования и характеристик результатов МД заключаем, что последние удовлетворяют требованиям к содержанию КПК, а, следовательно, могут быть трансформированы в КПК. Однако для того, чтобы эта идея стала жизнеспособной, нужно решить ряд проблем:

1) написание магистерской диссертации отводится весь 4-й семестр (4 месяца преддипломной практики и примерно месяц этапа государственной итоговой аттестации), за это время магистрант должен не только написать диссертацию, но и разработать (а в идеале еще и реализовать!) полноценный КПК;

2) после выпуска большая часть магистрантов уходит из университета на предприятия и в другие организации. Поэтому разработанный курс может остаться в лучшем случае «одноразовым» (если студенту удалось реализовать его хотя бы один раз до момента окончания университета), в худшем – вообще нереализованным и не обеспеченным поддержкой разработчика, компетентного в своей предметной области.

В первом случае одним из возможных решений является смягчение требований в части обязательного соответствия результатов магистерской диссертации содержанию КПК. Как вариант можно предложить студентам разрабатывать полноценный КПК раньше преддипломной практики (например, во 2-м и 3-м семестрах в процессе освоения дисциплины ПВШ) и не по материалам своей будущей диссертации. Однако в этом случае нужно сделать дисциплину ПВШ обязательной, а не факультативной. (Если же заранее будут реализованы в КПК элементы будущего диссертационного исследования, то дополнительным результатом разработки диссертации может стать полноценный акт внедрения её результатов в учебный процесс.) В качестве другого варианта решения этой проблемы может стать использование времени, отводимого под педагогическую практику, для разработки КПК [7]. Но при этом педагогическая практика должна следовать за дисциплиной ПВШ или в третьем семестре, когда основы пройдены и магистрант имеет представление о методологии проектирования КПК. Другими, если не существенными ограничениями, то отличительными особенностями педагогической практики является её потенциально малая трудоемкость (1 месяц) и/или расщепленность по семестру, что в итоге может повлиять на качество разработанного КПК.

Во втором случае нужно разработать внутривузовский организационно-правовой механизм или решение (с соблюдением авторских прав разработчика КПК), позволяющее обеспечить преемственность/передачу курса от разработчика преподавателям выпускающей кафедры, компетентным в предметной области КПК. Несмотря на это остается проблема с формированием у разработчиков КПК педагогической компетенции в части реализации разработанного ими курса. Как пока-

зывает опыт, выпускники могут через некоторое время возвращаться на свои кафедры уже в роли преподавателей-практиков. При этом они сталкиваются с необходимостью повышать свою педагогическую квалификацию, периодически проходя КПК.

Данную трудность можно разрешить, если дисциплину ПВШ трансформировать в программу двойных дипломов, когда прошедшим эту дисциплину выпускникам магистратуры в случае успешного её окончания будет выдаваться, кроме основного диплома, второй – «педагогический» – диплом.

Отдельно стоит вопрос реализации педагогических компетенций на специалитетах, где также есть педагогический вид деятельности, но нет такой дисциплины, как ПВШ. Очевидно, что внедрению данной дисциплины в учебные планы специалитетов должен предшествовать тщательный анализ их учебных планов и поиск возможностей для согласования с расстановкой ПВШ в учебных планах магистратур.

Выпускающие кафедры, которые пытаются реализовать педагогические компетенции, перепробовали множество разных способов: от поручения студентам подготовки рефератов на педагогические темы и доклада на занятии перед одногруппниками и от оказания технической помощи преподавателю в рамках лабораторных работ с бакалаврами или студентами младших курсов до участия магистрантов в реализации учебно-проектных дисциплин или группового проектного обучения (ГПО) и до консультаций магистрантами выпускных квалификационных работ студентов бакалавриата. Но единичность, нерегулярность, несистематичность, непродолжительность, нерегламентированность, правовая неупорядоченность этой деятельности не решает рассматриваемую нами проблему. Реализация дисциплины ПВШ должна быть обязательной для всех магистрантов.

Заключение

Таким образом, в результате проведенного исследования можно сформулировать следующие рекомендации:

- дисциплину магистратуры ПВШ сделать обязательным предметом;
- в учебные планы специалитетов ввести дисциплину ПВШ;
- дисциплину ПВШ официально преобразовать в программу двойных дипломов;
- в качестве нового вида заданий на педагогическую практику ввести разработку КПК по профилю выпускающих кафедр;
- использовать результаты магистерских диссертаций как основание для разработки КПК.

Реализовав перечисленные рекомендации, можно достичь следующих положительных эффектов:

- из магистрантов, разработавших и реализовавших КПК, будет проще готовить преподавательский кадровый резерв выпускающих кафедр;

– УДО ТУСУРа сможет масштабировать реализацию действующей ППП «ПВШ», а также эффективнее закрывать показатели федеральной программы «Приоритет 2030» в части ДПО и быстрее выполнить план по разработке КПК и ППП направлений подготовки и специальностей, реализуемых в ТУСУРе;

– магистранты вместе с основным дипломом смогут получить второй диплом, подтверждающий наличие у них педагогической квалификации, и будут уже изначально обучены правильной методике преподавания и разработке КПК;

– КПК будут соответствовать требованиям актуальности, новизны и практической значимости;

– магистрантами будет получен дополнительный тип результата работы над диссертацией, а именно акт внедрения результатов исследования в учебный процесс.

Литература

1. Опфер Е.А. Трансформации российской магистратуры // Высшее образование в России. 2021. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/transformatsii-rossiyskoj-magistratury/viewer> (дата обращения: 08.11.2023).

2. Портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. Проекты ФГОС ВО-4. URL: <https://fgosvo.ru/fgosvo/index/31> (дата обращения: 05.10.2023).

3. Об образовании в Российской Федерации: федер. закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174 (дата обращения: 15.10.2023).

4. Завада Г.В., Хомочкина С.А. Педагогическая практика магистрантов как этап профессиональной адаптации к деятельности преподавателя высшей школы // Вестн. КГЭУ. 2009. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pedagogicheskaya-praktika-magistrantov-kak-etap-professionalnoy-adaptatsii-k-deyatelnosti-prepodavatelya-vysshey-shkoly> (дата обращения: 23.11.2023).

5. Толстоухова И.В. Педагогическая практика как начальная ступень профессиональной педагогической деятельности магистранта // Научно-педагогическое обозрение (Pedagogical Review). 2022. Вып. 3 (43). URL: https://npo.tspu.edu.ru/archive.html?year=2022&issue=3&article_id=8472/ (дата обращения: 17.10.2023).

6. Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования»: приказ Минздравсоцразвития России от 11.01.2011 № 1н (ред. от 25.01.2023). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_112416 (дата обращения: 17.10.2023).

7. Aezeden M. Innovative Pedagogical Practices in Engineering Education Education Practice and Innovation. 2015. Vol. 2, N 3. P. 9–15. URL: https://www.researchgate.net/publication/295848532_Innovative_Pedagogical_Practices_in_Engineering_Education (дата обращения: 17.10.2023).

Кривин Николай Николаевич

Канд. техн. наук, доцент, зав. каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) Ленина пр., д. 40, оф. 412, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: (3822) 90-71-51
Эл. почта: nikolai.n.krivin@tusur.ru

Концевая Алиса Павловна

Магистрант, преподаватель каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) Ленина пр., д. 40, оф. 404, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: (3822) 53-21-84
Эл. почта: alisa.p.kontsevaia@tusur.ru

Krivin N.N., Kontsevaya A.P.

Development of Advanced Training Courses on the Results of a Master's Thesis as the Way of Forming Pedagogical Competence of Masters and Developing Additional Professional Education

The problem of developing additional professional education in TUSUR is considered. Based on the analysis of the structure and features of the educational process of training masters and specialists, as well as the indicators of additional professional education development, the way of solving the formulated problem is proposed. Its aim is to transform the results obtained within the master's thesis into the form of advanced training courses realized by the Department of Additional Education. The additional positive effect of the proposal is to increase the effectiveness of the development of undergraduates' pedagogical competence.

Keywords: higher education, master's degree, dissertation, pedagogical competence of masters, advanced training courses, development of additional professional education.

References

1. Opfer EA. Transformacii rossijskoj magistratury [Transformations of Russian magistracy]. Vishee obrazovaniye v Rossii [Higher education in Russia]. 2021;(1). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/transformatsii-rossiyskoj-magistratury/viewer> [Accessed: 08 November 2023]. (In Russ.)

2. Portal federal'nyh gosudarstvennyh obrazovatel'nyh standartov vysshego obrazovaniya. Projekty FGOS VO-4 [Portal of federal state educational standards of higher education. Projects of Federal State Educational Standard VO-4]. Available from: <https://fgosvo.ru/fgosvo/index/31> [Accessed: 05 October 2023]. (In Russ.)

3. Federal Law of Russian Federation № 273-FZ adopted 29 December 2012 «Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii». Available from: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174 [Accessed: 15 October 2023]. (In Russ.)

4. Zavada GV, Homochkina SA. Pedagogicheskaya praktika magistrantov kak etap professional'noj adaptatsii k deyatelnosti prepodavatelya vysshej shkoly [Pedagogical practice of master's students as a stage of professional adaptation to the activities of a higher school teacher]. Vestnik KGEU [Bulletin of the KSEU]. 2009;(1). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/pedagogicheskaya-praktika-magistrantov-kak-etap>

professionalnoy-adaptatsii-k-deyatelnosti-prepodavatelya-vysshey-shkoly [Accessed: 23 November 2023]. (In Russ.)

5. Tolstouhova IV. Pedagogicheskaya praktika kak nachalnaya stupen' professional'noj pedagogicheskoy deyatelnosti magistranta [Pedagogical practice as the initial stage of a master's student's professional pedagogical activity]. Nauchno-pedagogicheskoe obozrenie [Pedagogical Review]. 2022;3(43). Available from: https://npo.tspu.edu.ru/archive.html?year=2022&issue=3&article_id=8472/ [Accessed: 17 October 2023]. (In Russ.)

6. Prikaz Minzdravsocrazvitiya Rossii ot 11.01.2011 N 1n (red. ot 25.01.2023) "Ob utverzhdenii Edinogo kvalifikatsionnogo spravochnika dolzhnostej rukovoditelej, specialistov i sluzhashchih, razdel "Kvalifikatsionnye harakteristiki dolzhnostej rukovoditelej i specialistov vysshego professional'nogo i dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya" [Order of the Ministry of Health and Social Development of Russia dated January 11, 2011 N 1n (as amended on January 25, 2023) 'On approval of the Unified Qualification Directory of positions of managers, specialists and employees, section 'Qualification characteristics of positions of managers and specialists of higher professional and additional professional education']. Available from: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_112416 [Accessed: 17 October 2023]. (In Russ.)

7. Aezeden M. (2015), 'Innovative Pedagogical Practices in Engineering Education', Practice and Innovation, 2(3), pp. 9-15. Available from: https://www.researchgate.net/publication/295848532_Innovative_Pedagogical_Practices_in_Engineering_Education [Accessed: 17 October 2023].

Nikolai N. Krivin

Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor, Head of the Department, Department of Design and Production of Radioelectronic Equipment, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 90-71-51
Email: nikolai.n.krivin@tusur.ru

Alisa P. Kontsevaya

Student, Teacher, Department of Design and Production of Radioelectronic Equipment, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 53-21-84
Email: alisa.p.kontsevaia@tusur.ru

УДК 378

В.Э. Выскребец, Д.В. Яковишина

АНАЛИЗ СВЕДЕНИЙ О ПОВЫШЕНИИ КВАЛИФИКАЦИИ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКЕ ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА В РОССИИ И ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Рассматриваются вопросы повышения квалификации и профессиональной переподготовки профессорско-преподавательским составом, осуществляющим образовательную деятельность по программам высшего образования для бакалавриата, специалитета, магистратуры. Проведен анализ численности профессорско-преподавательского состава за три последних учебных года, а также сведений о повышении квалификации и профессиональной переподготовке в России и Томской области по количеству и формам.

Ключевые слова: профессорско-преподавательский состав, повышение квалификации, профессиональная переподготовка, педагогическая деятельность, информационные и коммуникационные технологии, стажировка.

Основные приоритетные ориентиры высшего образования в России определяет Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года (далее Прогноз) [1]. Согласно Прогнозу и другим стратегическим отраслевым нормативным актам [2–5] одним из ключевых приоритетов высшего образования (ВО) является его модернизация в соответствии с современными требованиями экономики.

Модернизация образования возможна только при условии обеспечения необходимого уровня педагогического потенциала. Следовательно, для реализации задач ВО в соответствии с отраслевыми приоритетами необходимо непрерывное повышение квалификации профессорско-преподавательского состава (ППС) в целях обеспечения экономики специалистами, обладающими актуальными компетенциями.

Анализ исследований отечественных авторов также свидетельствует о необходимости повышения квалификации преподавателей высшей школы с целью развития конкурентоспособности вузов, улучшения качества профессионального образования, а также выполнения сложных профессиональных задач [7–9].

Цель представленной статьи – анализ сведений о повышении квалификации и профессиональной переподготовке в России и Томской области за 2020/21 и 2021/22 учебные годы, пройденных ППС, реализующим образовательную деятельность по программам ВО для бакалавриата, специалитета, магистратуры.

Повышение квалификации и профессиональная переподготовка для ППС в России, как правило, реализуется в трех формах [10]:

- по профилю педагогической деятельности;
- по использованию информационных и коммуникационных технологий (ИКТ);
- в форме стажировок в ведущих российских и зарубежных университетах и научных центрах.

Повышение квалификации и профессиональная подготовка по профилю педагогической деятельности

необходимы для выполнения основных обязанностей педагогических работников.

Что касается повышения квалификации по использованию ИКТ в деятельности преподавателя, то существование данного вида подготовки обусловлено динамичностью развития мира и необходимостью гибких и адаптированных ответов на новые вызовы и угрозы. Обычно в структуре профессиональной деятельности ППС высших учебных заведений было принято выделять [11, 12]:

- учебно-методическую деятельность;
- научно-исследовательскую работу;
- внеучебную работу.

В настоящее время к работе ППС можно добавить еще инновационную деятельность, которая требует от преподавателей высшей школы сохранения и расширения своих профессиональных знаний и умений. Повышение квалификации по использованию ИКТ необходимо для обеспечения перехода преподавателя высшей школы на более высокий, инновационный уровень деятельности. Совершенствование инновационных информационно-коммуникационных компетенций – необходимость в условиях цифровизации науки и образования [8].

В европейских вузах считается, что деятельность ППС современного университета должна быть направлена на использование технологий и контента электронной образовательной среды. Преподаватели должны быть готовы и способны внедрять инновации и организовывать обучение по своим дисциплинам в соответствии с актуальными стандартами [13].

Повышение квалификации в форме стажировок обеспечивает обмен опытом, приобретение не только теоретических, но и прикладных знаний.

Проведем анализ численности ППС, реализующего образовательную деятельность по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры за три последних учебных года (рис. 1) [14].



Рис. 1. Численность ППС за три последних учебных года, тыс. чел.

Данные рис. 1 показывают тенденцию сокращения профессорско-преподавательского состава, осуществляющего образовательную деятельность по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры. Так, с 2019/20 учебного года по 2021/22 сокращение составило 11,5 тыс. чел., или 5,07%. Это может быть связано со следующими факторами:

- демографические изменения, в том числе возрастные ограничения;
- привлечение профессорско-преподавательского состава в другие сферы деятельности; рост рынка труда, где можно найти более высокооплачиваемую должность;
- повышение требований к компетенциям и квалификации преподавателя.

Далее рассмотрим численность прошедших повышение квалификации и профессиональную переподготовку ППС университетов России и Томской области (рис. 2) [10].

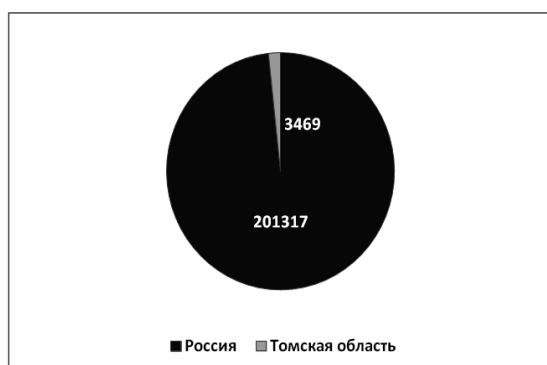


Рис. 2 – Повышение квалификации и профессиональная переподготовка ППС в России и Томской области за 2021/22 учебный год, чел.

По данным на рис. 2 отметим, что в России из 215500 чел. (общее число ППС в России) проходят повышение квалификации 201317 сотрудников из числа ППС, или 93,42%, что говорит о высоком уровне вовлеченности преподавателей в этот процесс. Рассмотрим данные по Томской области: повышение квалифика-

ции и профессиональную подготовку проходят 3469 преподавателей, что составляет 1,61% от их общей численности в России.

Проанализируем сведения о повышении квалификации и профессиональной переподготовке преподавателей в России и Томской области за 2020/21 и 2021/22 учебные годы по основным формам реализации обучения ППС (рис. 3) [10]. Рисунок показывает, какую долю занимает количество участников определённой формы дополнительного образования от общей численности ППС в России. Рассматривая два последних учебных года, можно сделать следующие выводы:

- произошло снижение количества участников повышения квалификации и профессиональных подготовок по профилю педагогической деятельности в России на 2,3%, по Томской области на 28%;
- снизилось количество слушателей курсов по использованию ИКТ по России на 3,4%, в Томской области на 20%;
- снизилось количество преподавателей, обучающихся в форме стажировки: в России на 1,4%, в Томской области осталось неизменным и составляет 2%.

Снижение уровня переподготовки ППС связано прежде всего с уменьшением их численности за анализируемый период.

На рис. 4 представлен анализ данных о повышении квалификации и профессиональной подготовке преподавателей по ключевым формам за 2020/21 и 2021/22 учебные годы [10].

В 2020/21 учебном году наибольшую долю занимает повышение квалификации по профилю педагогической деятельности: по России 50%, по Томской области 61%. На втором месте располагается повышение квалификации по использованию ИКТ: в России 46%, в Томской области 37%. Наименьшей популярностью пользуется повышение квалификации в форме стажировки: в России 4%, в Томской области 1%.

Из рис. 4 видно, что большую долю по трём представленным формам за 2021/22 учебный год занимает повышение квалификации по профилю педагогической деятельности и составляет 51% в России и 38%

в Томской области. На втором месте повышение квалификации по использованию ИКТ: в России 46%, в Томской области 20%. Самая малочисленная форма

дополнительного профессионального образования для ППС – это стажировка, которая составляет 3% и 2% соответственно.

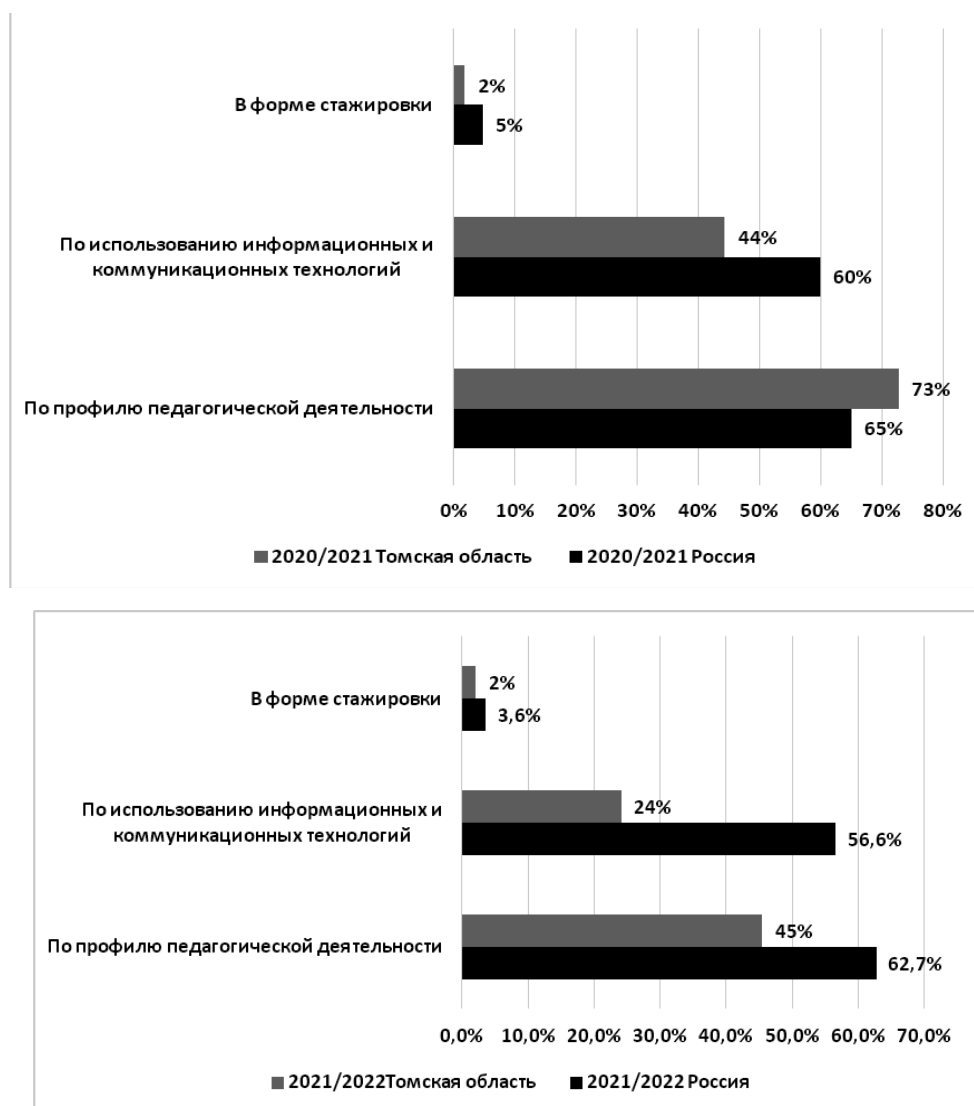


Рис. 3. Сведения о количестве участников-преподавателей дополнительного профессионального образования в его основных формах от общей численности профессорско-преподавательского состава

Таким образом, в результате проведенного анализа за два учебных года отметим тенденцию к снижению профессиональной переподготовки:

- по профилю педагогической деятельности в Томской области на 23%;
- по использованию ИКТ в Томской области на 17%;
- в форме стажировки в России на 1%.

Положительные результаты исследования:

- рост обучения ППС по программам дополнитель-

ного образования в России по профилю педагогической деятельности на 1%;

- по использованию ИКТ остался на прежнем месте и составил 46%;

– наблюдается рост количества прошедших повышение квалификации и профессиональную подготовку в Томской области на 1%.

Каждому члену ППС необходимо непрерывно повышать квалификацию для обеспечения профессионального развития.

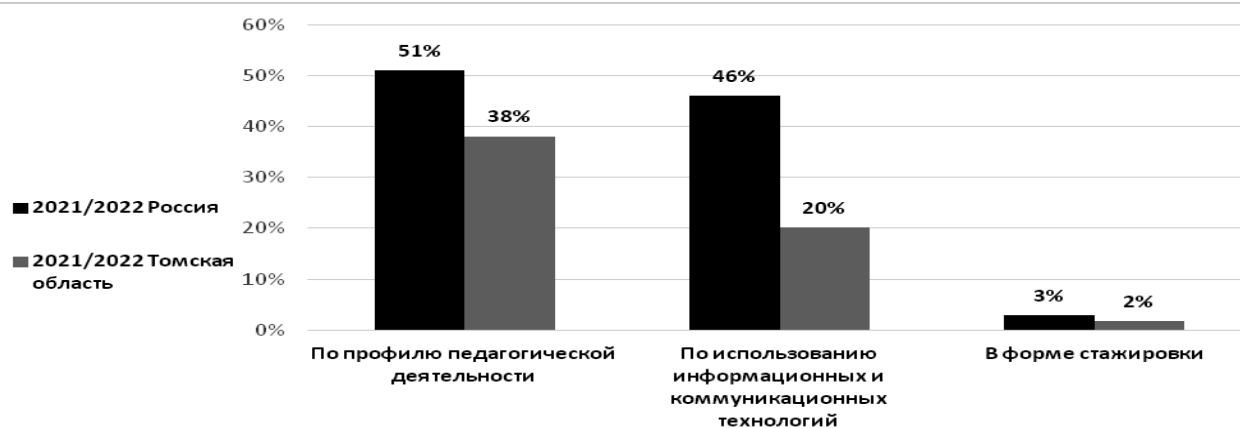
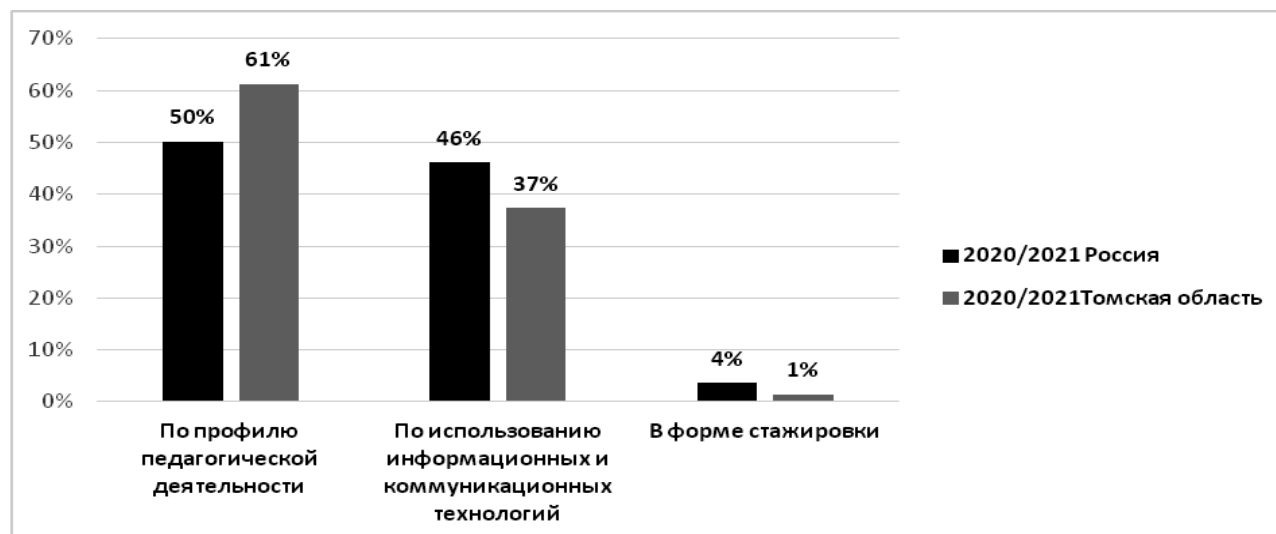


Рис. 4. Сведения о дополнительном профессиональном образовании в его основных формах за 2020/21 и 2021/22 учебные годы

Литература

1. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144190/ (дата обращения: 10.10.2023).
2. Стратегия социально-экономического развития субъекта Российской Федерации. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/74f85ba6abe37892e7003b166454f4bc3291b51e/ (дата обращения: 10.10.2023).
3. Государственная программа Российской Федерации «Научно-техническое развитие Российской Федерации». URL: <https://programs.gov.ru/Portal/p rograms/passport/47> (дата обращения: 13.10.2023).
4. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_207967/491d0aad1a57443c712cfd119c49c7d5291eab8/ (дата обращения: 13.10.2023).
5. Приоритет 2030. URL: <https://priority2030.ru/> (дата обращения: 13.10.2023).
6. Об образовании в Российской Федерации: Федер. закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения: 20.10.2023).
7. Никитина Е.Ю., Афанасьева О.Ю., Федотова М.Г. Повышение квалификации и профессиональная компетентность

преподавателя высшей школы. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-kvalifikatsii-i-professionalnaya-kompetentnost-prepodavatelya-vysshey-shkoly> (дата обращения: 21.10.2023).

8. Яновская Г.С. Актуальные вопросы повышения квалификации преподавателей высшей школы в условиях цифровизации образовательной среды. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-voprosy-povysheniya-kvalifikatsii-prepodavatelya-vysshey-shkoly-v-usloviyah-tsifrovizatsii-obrazovatelnoy-sredy> (дата обращения: 21.10.2023).

9. Гарькин И.Н. Особенности современной системы повышения квалификации преподавателей вузов. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sovremennoy-sistemy-povysheniya-kvalifikatsii-prepodavatelya-vuzov/viewer> (дата обращения: 21.10.2023).

10. Сведения об организации, осуществляющей образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры: Форма № ВПО-1. URL: <https://www.minobrnauki.gov.ru/action/stat/highed/> (дата обращения: 02.11.2023).

11. Разумова Ю.В., Трапезникова Е.М. Теоретико-методические положения управления качеством профессиональной деятельности профессорско-преподавательского состава высших учебных заведений. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/>

teoretiko-metodicheskie-polozheniya-upravleniya-kachestvom-professionalnoy-deyatelnosti-professorsko-prepodavatel'skogo-sostava (дата обращения: 02.11.2023).

12. Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования». III. Должности профессорско-преподавательского состава: приказ Минздравсоцразвития России от 11.01.2011 № 1н (ред. от 25.01.2023). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_112416/0e31ed5aa5a4929dc1a85cf296c01963792e6e78/ (дата обращения: 07.11.2023).

13. Simoes A.R., Lourenco M., Costa N. Teacher Education Policy and Practice in Europe: Challenges and Opportunities. URL: https://www.researchgate.net/publication/325271454_Teacher_Education_Policy_and_Practice_in_Europe_Challenges_and_Opportunities (дата обращения: 11.11.2023).

14. Образование в цифрах. Краткий статистический сборник. URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/749756927.pdf> (дата обращения: 11.11.2023).

Выскребец Виктория Эдуардовна

Ст. преподаватель каф. экономики Томского университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (913) 847-46-54
Эл. почта: viktoria.e.spryntsova@tusur.ru

Яковишина Дарья Витальевна

Ассистент каф. экономики Томского университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (914) 876-12-95
Эл. почта: daria.v.iakovishina@tusur.ru

Vyskrebets V.E., Yakovishina D.V.

Analysis of Information on Advanced Training and Professional Retraining Programs for Teaching Staff in Russia and Tomsk region

The issues of professional development and professional retraining by the teaching staff engaged in educational activities in higher education programs for bachelor's, specialist's, and master's degrees are considered. The analysis of the number of teaching staff during the last three academic years, as well as some information on professional development and professional retraining in Russia and Tomsk region with numbers and forms is presented.

Keywords: teaching staff, advanced training, professional retraining, pedagogical activity, information and communication technologies, internship.

References

1. Prognoz dolgosrochnogo social'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda [Forecast of long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period up to 2030]. Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144190/ [Accessed: 10 October 2023]. (In Russ.)

2. Strategiya social'no-ekonomicheskogo razvitiya sub'ekta Rossijskoj Federacii [Strategy of socio-economic development of the subject of the Russian Federation]. Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/74f85ba6abe37892e7003b166454f4bc3291b51e [Accessed: 10 October 2023]. (In Russ.)

3. Gosudarstvennaya programma Rossijskoj Federacii «Nauchno-tehnicheskoe razvitie Rossijskoj Federacii» [State program Russian Federation 'Scientific and Technical development of the Russian Federation']. Available from: <https://programs.gov.ru/Portal/p rograms/passport/47> [Accessed: 10 October 2023]. (In Russ.)

4. Strategiya nauchno-tehnologicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii [Strategy of scientific and technological development of the Russian Federation]. Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_207967/491d0aad1a57443c712cfd119c49c7d5291eab8 [Accessed: 10 October 2023]. (In Russ.)

5. Prioritet 2030 [Priority 2030]. Available from: <https://priority2030.ru/> [Accessed: 13 October 2023]. (In Russ.)

6. Federal Law of Russian Federation № 273-FZ adopted 29 December 2012 «Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii». Available from: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174 [Accessed: 20 October 2023]. (In Russ.)

7. Nikitina EYu, Afanasyeva OYu, Fedotova MG. Pov-yshenie kvalifikacii i professional'naya kompetentnost' prepodavatelya vysshey shkoly [Advanced training and professional competence of a higher school teacher]. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-kvalifikatsii-i-professionalnaya-kompetentnost-prepodavatelya-vysshey-shkoly> [Accessed: 21 October 2023]. (In Russ.)

8. Yanovskaya GS. Aktual'nye voprosy povysheniya kvalifikacii prepodavatelej vysshey shkoly v usloviyah cifrovizacii obrazovatel'noj sredy [Topical issues of improving the qualifications of higher school teachers in the conditions of digitalization of the educational environment]. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-voprosy-povysheniya-kvalifikatsii-prepodavatelej-vysshey-shkoly-v-usloviyah-tsifrovizatsii-obrazovatel'noj-sredy> [Accessed: 21 October 2023]. (In Russ.)

9. Garkin IN. Osobennosti sovremennoj sistemy pov-ysheniya kvalifikacii prepodavatelej vuzov [Features of the modern system of advanced training of university teachers]. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sovremennoj-sistemy-povysheniya-kvalifikatsii-prepodavatelej-vuzov/viewer> [Accessed: 21 October 2023]. (In Russ.)

10. Svedeniya ob organizacii, osushchestvlyayushchej obrazovatel'nyu deyatelnost' po obrazovatel'nym programmam vysshego obrazovaniya – programmam bakalavriata, programmam specialiteta, programmam magistratury: Forma № VPO-1 [Information about the organization that carries out educational activities for educational programs of higher education - bachelor's degree programs, specialist's programs, master's degree programs: Form No. VPO-1. Available from: <https://www.minobrnauki.gov.ru/action/stat/highed> [Accessed: 02 November 2023]. (In Russ.)

11. Razumova YuV, Trapeznikova EM. Teoretiko-metodicheskie polozheniya upravleniya kachestvom professional'noj deyatelnosti professorsko-prepodavatel'skogo sostava vysshih uchebnyh zavedenij [Theoretical and methodological provisions of quality management of professional activity of

the teaching staff of higher educational institutions]. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoretiko-metodicheskie-polozeniya-upravleniya-kachestvom-professionalnoy-deyatelnosti-professorsko-prepodavatelskogo-sostava> [Accessed: 02 November 2023]. (In Russ.)

12. On approval of the Unified Qualification Directory of positions of managers, specialists and employees, section "Qualification characteristics of positions of managers and specialists of higher professional and additional professional education". III. Positions of the teaching staff: Order of the Ministry of Health and Social Development of Russia dated 11.01.2011 No. 1n (ed. dated 25.01.2023). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_112416/0e31ed5aa5a4929dc1a85cf296c01963792e6e78/ (accessed: 07.11.2023).

13. Simoes A.R., Lourenco M, Costa N. Teacher Education Policy and Practice in Europe: Challenges and Opportunities. URL: https://www.researchgate.net/publication/325271454_Teacher_Education_Policy_and_Practice_in_Europe_Challenges_and_Opportunities (accessed 11.11.2023).

14. Education in numbers. A short statistical collection of. URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/749756927.pdf> (accessed: 11.11.2023).

Victoria E. Vyskrebets

Senior Lecturer Department of Economics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (913) 847-46-54
Email: viktoria.e.spryntsova@tusur.ru

Darya V. Yakovishina

Assistant Professor of Economics, Tomsk University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
Lenin Ave., 40, Tomsk, Russia, 634050
Tel.: +7 (914) 876-12-95
E-mail: daria.v.iakovishina@tusur.ru

УДК 378.147

Novoselov K.L., Slesarenko I.V.

PEDAGOGICAL DESIGN OF THE ACADEMIC COURSE 'CRYSTALLOGRAPHY AND MINERALOGY' BASED ON THE BLOOM'S TAXONOMY

The methodological features of teaching the course 'Crystallography and Mineralogy' are studied from the standpoint of Bloom's taxonomy, within the framework of this approach, the decomposition of educational activities is carried out. Thus, it provides an effective pedagogical design of the training course 'Crystallography and Mineralogy'. Depending on the level of assimilation of information and knowledge, the knowledge, skills and competencies that students must master are distributed. In the future, the research will focus on methodological adaptation for teaching the course in a blended learning format.

Key words: Bloom's Taxonomy, decomposition of learning activities, pedagogical design.

The methodological features of teaching the course "Crystallography and Mineralogy" are studied from the standpoint of the Bloom's Taxonomy of Cognitive Domain [1], the decomposition of educational activities within this aspect is carried out, based on which the pedagogical design of the academic course is proposed.

The academic course "Crystallography and Mineralogy" is taught to the first- and second-year students at Tomsk polytechnic university (TPU) and included in the number of general professional disciplines with the curricular 21.05.02 "Applied geology" [2]. The peculiarity of mastering the course of crystallography and mineralogy lies in the fact that the theoretical issues and development of practical skills are interrelated within the activities and tasks, and this makes the studies very time-consuming. Independent studies provide for the development by students of practical skills in handling crystals, determining the physical properties of minerals, both visually and with

the use of auxiliary devices, such as chemical reagents. The important role is devoted to the consistent regular studies of the materials within the face-to-face classroom studies using the samples from the educational collections of minerals at TPU [3].

During the period of quarantine restrictions, difficulties arose in delivering the course, since it was impossible to work with the materials from the educational collections of minerals. It was necessary to look for ways to implement the training course in distance formats. In this regard, there was the need to critically revamp the pedagogical design for the academic course "Crystallography and Mineralogy" with the possibility of implementing the blended learning model [4]. In our opinion, such a development should be based on the Bloom's Taxonomy of Cognitive Domain, which promotes for new approaches in teaching the course, as well as for further adaptation of the course curriculum to the blended learning model.

Verbs that demonstrate *Critical Thinking*

					EVALUATION
					Appraise
					SYNTHESIS
					Argue
					Assess
		ANALYSIS	Assemble	Choose	Compare
		Analyze	Collect	Combine	Conclude
		APPLICATION	Appraise	Comply	Estimate
		Apply	Categorize	Compose	Evaluate
		Complete	Compare	Construct	Interpret
		Construct	Contrast	Construct	Interpret
KNOWLEDGE	Describe	Demonstrate	Debate	Create	Judge
List	Discuss	Dramatize	Diagram	Design	Justify
Name	Explain	Employ	Differentiate	Devise	Measure
Recall	Express	Illustrate	Distinguish	Formulate	Rate
Record	Identify	Interpret	Examine	Manage	Revise
Relate	Recognize	Operate	Experiment	Organize	Score
Repeat	Restate	Practice	Inspect	Plan	Select
State	Tell	Schedule	Inventory	Prepare	Support
Tell	Translate	Sketch	Question	Propose	Value
Underline		Use	Test	Setup	

Fig. 1. Bloom's Taxonomy of Measurable Verbs [5]

Specifics of the Course "Crystallography and Mineralogy" and its Bloom's Taxonomy Decomposition

Such sciences as crystallography and mineralogy are characterized by the fact that they were basically formed at least a century ago. It is in the essential sense, since the development of these sciences does not stop today and will be no less intense in the foreseeable future. But the prevailing "eternity" was reflected in the methodology of teaching the course, on the one hand, it is built, while responding to the latest achievements, and, on the other hand, when any fragment of such methodology changes, there is the need to revise the entire complex of educational activities. Modern realities require more pedagogical approaches in teaching looking for more flexible ways of the course delivery.

In the order to improve the course delivery it was decided to analyze the learning activities in their relation to the Bloom's Taxonomy of Cognitive Domain. Since the Bloom's Taxonomy distinguishes certain levels of cognitive activities that reflect the processes of cognition (Fig. 1), it is worth considering learning Crystallography and Mineralogy in accordance with these levels. As for initial level it mostly based on previously studied academic courses. Among them are "General Geology", "Descriptive Geometry and Engineering-geologic Drawing", "Chemistry" [2] which serve as pre-requisites for development of practical skills in students.

The levels of information processing and cognitive recognition are given above with corresponding action verbs which serve to name and reflect the nature of cognitive processes taking place at each level. The authors of this paper decomposed each level in accordance to the academic course specifics, namely the goals and outcomes described in the learning achievements such as knowledge, skills and competences [3].

Knowledge (as it is put in the 2001 edition as "remember" [6]) is necessary and inevitable step in the learning process. Students possess certain background knowledge after studying the previous academic disciplines (e.g. "General Geology"). At this level students can list the general concepts. They are familiar with different geological processes and can relate these concepts with the obvious measurable results. For example, after volcanic eruption geologists face with specific rock types, which are mostly non-crystalline and lack shaped crystals. However, if the same magma was intruded in the depth the full-crystalline rocks with the well-shaped crystal forms would be possible to observe. Then student can state that some of the observed rocks and minerals have either volcanic or intrusive origin. If the crystalline forms of the minerals are visible; students name them. Please see for Table 1 which provides the authors of this paper vision for decomposition of the Knowledge level in relation to the academic course specifics.

Table 1

Knowledge level decomposition in relation the academic course specifics

Bloom level	Bloom level for My Course		Activities
Knowledge	List	List the general signs of crystals and crystalline substance	Match, memories, repeat, define
	Name	Name the principle of crystals' and minerals' classifications	Find, select identify, match
	Relate	Relate the viewable external form of crystal to its internal structure. Relate the observed mineral shape to its classified crystal shape	Match, recognize, select

The next level is Comprehension (understand in 2001 edition). In the study of the academic course under consideration here, this is one of the most comprehensible levels in terms of decomposition. When studying the course content, students are able to compare, describe, discuss, explain, identify, and recognize the properties of minerals. In fact, these cognitive activities are used to master the skills of working with crystals. Namely, the symmetry elements are determined, the classification affiliation is determined, the installation principle and the corresponding system of crystallographic axes are determined, the direct determination of the parameters and face indices requires finding the desired face, then comparing the scale segments on the axes, expressing their relations, converting to indices, according to which the name of a simple crystal shape is given. The decomposition of the Comprehension level into action verbs describing the course learning outcomes is given by the authors in Table 2.

Table 2

Comprehension level decomposition in relation the academic course specifics

Bloom level	Bloom level for My Course		Activities
Comprehension	Compare	Compare observed mineral with several known.	Summary, categorize, contrast
	Describe	Describe the visual features of mineral sample in their order.	Demonstrate, comment, contrast, relate

Bloom level	Bloom level for My Course		Activities
	Discuss	Discuss all matched similarities and differences between given mineral and all those are already familiar	Explain, subscribe, differentiate, interpret
	Explain	Explain a way to distinguish probable minerals from each other	Advanced search, annotate, predict
	Express	Express certain properties that distinguish minerals	Estimate, relate
	Identify	Identify the meanings of checked properties	Discover
	Recognize	Recognize the desired mineral	Infer

Application is the level no less involved in the intellectual activity highlighted by Professor B. Bloom [5]. Apply, complete, demonstrate, illustrate, interpret, practice, use are relevant here as action verbs denoting learning activities and outcomes. The selected types of activities are the most pronounced in the work on the determination of minerals. Students are to determine the minerals with help of teaching aids and other resources such as their synopsizes and textbooks, workbooks. The most attention is to be paid to those physical properties of minerals which are the most valuable for diagnostics of minerals.

Table 3
Application level decomposition in relation the academic course specifics

Bloom level	Bloom level for My Course		Activities
Application	Apply	Apply learned properties and principles to diagnose minerals	Demonstrate, chart, calculate
	Complete	Complete the list of mineral properties other than those directly visible	Explain, choose, determine
	Demonstrate	Demonstrate determining properties or performing a chemical reaction	Present, hack, sketch
	Illustrate	Illustrate key differences between the likely minerals that have been discovered	Present, use

Bloom level	Bloom level for My Course		Activities
	Interpret	Interpret observed features of the sample as signs of the genesis of the rock as a whole	Judge, paint
	Practice	Practice in the determination of various minerals	Execute, load
	Use	Use the acquired knowledge in the determination of any minerals, even unstudied ones	Choose, hack, calculate

The level of Analysis is also presented in the academic course goals and learning outcomes. To enable students to professionally determine the minerals; students are not only check their properties correctly but also analyze the paragenesis, categorize observed minerals, compare them with the similar ones. In some cases, it takes to make simple chemical experiments (for example with an acid) [3].

Table 4
Analysis level decomposition in relation the academic course specifics

Bloom level	Bloom level for My Course		Activities
Analysis	Analyze	Analyze the paragenesis of several minerals	Explane, devide
	Categorize	Categorize not only crystals or minerals but their associations	Outline, classify
	Compare	Compare properties of minerals of different origin	Link, correlate
	Experiment	Experiment with chemicals	Organize, plan, order

The analysis level is more sophisticated level and very much intertwined with the level of Synthesis. Due to this, it is possible that certain learning goals and outcomes of the academic course under consideration are of mixed character. That is, Synthesis (evaluate in 2001 edition) is the top level of the Bloom's Taxonomy which could be decomposed for the academic course "Crystallography and Mineralogy". It includes the following cognitive processes expressed in the action verbs for learning activities. For example, students assemble; that is students can gather into the whole all features of a mineral which have been detected. Among students' activities are the necessity to combine different mineral forming conditions in order to propose and explain the probability of their association,

such decisions are to be formulated and justified. Also, such conclusions are to be checked and validated. Please see Table 5.

Table 5
Synthesis level decomposition in relation
the academic course specifics

Bloom level	Bloom level for My Course		Activities
Synthesis	Assemble	Assemble all known facts in the order to definite the mineral	Validate, detect
	Combine	Combine different physical, chemical, structural features	Check, grade
	Formulate	Formulate the visual association of several minerals as result of geologic process	Score, critique, argue, debate
	Propose	Propose the order of minerals forming in according to its interrelation	Consider, conclude

It is important to note that the decomposition undertaken within this study is necessary for understanding the nature of any academic course. Namely here, the academic course “Crystallography and Mineralogy” has much specifics related to supporting it with visual aids that is minerals taken from nature or their e-representations. In any case the dominant learning activities are the ones that take place on higher levels of the Bloom’s Taxonomy enabling to unite the knowledge of minerals properties into one comprehensible picture of minerals properties thus distinguishing one mineral from another as this is one of the main professional competences students are to demonstrate in classroom and in the field.

CONCLUSIONS

1. For the first time the decomposition of “Crystallography and Mineralogy” academic course was carried out using the Bloom’s Taxonomy of Cognitive Domain with the purpose of understanding the academic course specifics and its pedagogical design. The authors of this paper have decomposed the academic course to five levels suggesting action verbs to illustrate the nature of learning activities that students will be engaged in.

2. The Bloom’s Taxonomy of measurable verbs [5] was used for observe knowledge, skills, attitudes, behaviors and abilities which are necessary for mastering the concepts and practical skills in the fields of crystallography and mineralogy.

3. The decomposition allows underlining those concrete activities which are used at each level of Taxonomy and in classroom.

4. As the intermediate result of this study the authors suggest clearer the structure of cognitive activities in

the pedagogical design of the academic discipline thus preparing the course “Crystallography and Mineralogy” for its further revamping and adaptation to the blended learning model.

The authors believe the pedagogical design of the course and detailed decomposition into learning action verbs enables to suggest more precise learning activities for students at each level of the Bloom’s taxonomy. Further, clear vision of the academic course under consideration will assist in its design transformations for the blended learning model.

Благодарности

Работа выполнена в рамках Программы академического превосходства Национального исследовательского Томского политехнического университета «Приоритет 2030», а также задач развития Отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов ТПУ; научно-методическое обеспечение разработано в рамках обучения по программе повышения квалификации «Адаптация учебной дисциплины профессиональной подготовки для формата гибкий гибрид»

References

1. Armstrong, P. (2010) ‘Bloom’s Taxonomy. Vanderbilt University Center for Teaching’. Available from: <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/blooms-taxonomy/> [Accessed: 09 December 2023].
2. TPU. Uchebnye plany. 21.05.02 ‘Prikladnaya geologi-ya’ (specialist, 2022). God priema 2022, god vypuska 2027 g. [TPU. Curricula. 21.05.02 ‘Prikladnaya Geologiya’ (specialist, 2022). The year of admission is 2022, the year of graduation is 2027. Available from: <https://up.tpu.ru/view/detali.html?id=27189> [Accessed: 09 December 2023]. (In Russ.)
3. Fond osnovnyh obrazovatel'nyh programm za 2023 god [The Fund of Basic Educational Programs for 2023]. Available from: <https://up.tpu.ru/fond/view.html> FOS TPU. [Accessed: 09 December 2023]. (In Russ.)
4. Pikhart, M., Klimova, B. (2019) ‘Utilization of Linguistic Aspects of Bloom’s Taxonomy in Blended Learning’, *Educ. Sci.*, (9), p. 235. Available from: <https://doi.org/10.3390/educsci9030235> [Accessed: 09 December 2023].
5. Bloom, B. S. (1956) ‘Taxonomy of educational objectives’, *Cognitive domain*. New York: McKay (1), pp. 20-24.
6. Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., et al. (2001) ‘A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom’s taxonomy of educational objectives, abridged edition’, White Plains, NY: Longman.

Konstantin L. Novoselov

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associated professor, Department of Geology, School of Earth sciences and engineering, Tomsk Polytechnic University (TPU)
30, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (905-9) 928791
Email: novoselov@tpu.ru

Inga V. Slesarenko

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Department of Foreign Languages, School of Social Sciences,
Tomsk Polytechnic University (TPU)
30, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: + 7 (382-2) 70-17-77
Email: slessare@tpu.ru

К.Л. Новоселов, И.В. Слесаренко

Педагогический дизайн учебного курса «Кристаллография и минералогия» на основе таксономии Блума

Методические особенности преподавания учебного курса «Кристаллография и минералогия» изучаются с позиций таксономии Блума, в рамках данного подхода осуществляется декомпозиция учебной деятельности. Таким образом, это обеспечивает эффективное педагогическое проектирование учебного курса «Кристаллография и минералогия». В зависимости от уровня усвоения информации и знаний распределяются знания, умения и компетенции, которыми должны овладеть студенты. В дальнейшем исследование будет сосредоточено на методической адаптации для преподавания курса в формате смешанного обучения.

Ключевые слова: таксономия Блума, декомпозиция учебной деятельности, педагогический дизайн.

Литература

1. Armstrong P. Bloom's Taxonomy. Vanderbilt University Center for Teaching. Retrieved [today's date] from. 2010. URL: <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/blooms-taxonomy/> (дата обращения: 09.12.2023).
2. ТПУ. Учебные планы. 21.05.02 «Прикладная геология» (специалист, 2022). Год приема 2022, год выпуска

2027 г. URL: <https://up.tpu.ru/view/detali.html?id=27189> (дата обращения: 09.12.2023).

3. Фонд основных образовательных программ за 2023 год. URL: <https://up.tpu.ru/fond/view.html> (доступ для авторизованных пользователей. ТПУ, 2023 г.).

4. Pikhart M., Klimova B. Utilization of Linguistic Aspects of Bloom's Taxonomy in Blended Learning. Educ. Sci. 2019. N 9. P. 235. URL: <https://doi.org/10.3390/educsci9030235> (дата обращения: 09.12.2023).

5. Bloom; Bloom B.S. Taxonomy of educational objectives. Vol. 1: Cognitive domain. New York: McKay? 1956. P. 20–24.

6. A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives, abridged edition / L.W. Anderson, D.R. Krathwohl, P.W. Airasian, K.A. Cruikshank, R.E. Mayer, P.R. Pintrich, M.C. Wittrock. WhitePlains, NY: Longman, 2001.

Новоселов Константин Леонидович

Канд. геол.-минерал. наук, доцент, доцент Отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов (ИШПР), Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ)
Ленина пр-т, д. 30 г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (905) 992-87-91
Эл. почта: novoselov@tpu.ru

Слесаренко Инга Валерьевна

Канд. пед. наук, доцент, доцент Отделения иностранных языков Школы общественных наук (ШОН), Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ)
Ленина пр-т, д. 30 г. Томск, Россия, 634050
Тел.: + 7 (3822) 70-17-77
Эл. почта: slessare@tpu.ru

УДК 378.026.8-057.51:004.9

С.А. Махалин, А.Н. Полетайкин, Т.И. Монастырская

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОМОЩНИК ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ИНФОРМАТИКИ

Рассказывается об умном ассистенте преподавателя, который помогает в распознавании, синтаксической и стилистической проверке отсканированных работ с рукописным программным кодом на языке программирования C++ с целью упрощения процесса проверки большого количества работ, более глубокого погружения в изучение языка программирования, написания не только работоспособного, но также качественного и понятного кода. Задача состоит в разработке веб-интерфейса для загрузки рукописных документов и получения автоматических оценок. При необходимости преподаватель может добавить комментарии от себя, поставить итоговую оценку работе, а студент имеет возможность просмотреть их.

Ключевые слова: помощник преподавателя, обучение, искусственный интеллект, линтеры, машинное обучение, нейронные сети.

Введение

Искусственный интеллект (ИИ) всё глубже проникает в разнообразные сферы человеческой жизнедеятельности, и образование не является исключением. Появление таких разработок в последние годы привело к диверсификации образовательных технологий и даже появлению специальной предметной области, обозначаемой в английском языке как AIED (Artificial Intelligence in Education) – искусственный интеллект в образовании. Ключевой особенностью ИИ становится способность имитировать отдельные комплексные действия, присущие человеку в его деятельности: принятие решений, построение логических умозаключений, а также прогнозирование. Это позволяет искусственному интеллекту осуществлять персонализированное руководство и поддержку, а также обеспечивать студентам обратную связь [1], что в свою очередь способствует трансформации самого процесса познания, снижая в определённой степени трудозатраты для всех участников образовательного процесса.

Несмотря на то что указанный тренд можно считать инновационным для образовательной системы, практическая его реализация, а значит и переосмысление с научной точки зрения, проводится уже на протяжении десятилетий. Ещё в 1991 г. Б.П. Вулф из Массачусетского университета выпустил брошюру «ИИ в образовании» [2]; при этом, судя по тексту, ранние разработки в данной отрасли относятся ещё к 1970-м гг. Однако с эволюцией технологий расширяются и возможности применения ИИ, следовательно, есть смысл обратиться к более современным публикациям для оценки состояния дел.

В обзорной статье Чэня Лицзя, Чэня Пинпина и Линя Чжицзяня выявляются наиболее общие тенденции, связанные с внедрением ИИ в образовательную среду [3]. Среди конкретных подобластей авторы выделяют использование соответствующих технологий в управлении учебным процессом и непосредственно в обучении. Наиболее конкретные проявления вклю-

чают в себя сетевые образовательные системы, человекоподобных роботов и виртуальных собеседников, дополняющих (а иногда и заменяющих) преподавателя. Помимо повышения качества учебного процесса, ИИ помогает учителям собирать и обрабатывать массивы данных, автоматизировать проверку домашних заданий, тем самым экономя время на другие виды профессиональной деятельности. В свою очередь разнообразие методик обучения и интерактивность положительно сказываются на интересе со стороны самих обучающихся. Среди других позитивных особенностей, сопровождающих инкорпорирование ИИ в образование, называются развитие способностей студентов к саморефлексии, разрешению противоречий, а также умение задавать нестандартные вопросы и делать выбор в непростых ситуациях [4].

В целом обращает на себя внимание передовой китайский опыт в применении искусственного интеллекта в просвещении. С одной стороны, с административной точки зрения можно проследить унифицированную стратегию государства, нацеленную на модернизацию системы образования (в том числе и за счёт использования ИКТ). В то же время в реалиях смешанной экономики КНР процветают частные компании, нацеленные на предоставление образовательных услуг, и для обеспечения конкурентоспособности некоторые из них прибегают к достижениям ИИ [5]. С концептуальной точки зрения китайские учёные выделяют три парадигмы в рассматриваемом предметном поле [6]. В первой из них («ИИ как направляющая») обучающийся является реципиентом в учебном процессе. Вторая («ИИ как средство поддержки») предполагает роль обучающегося как соучастника процесса. Наконец в третьей парадигме («ИИ как источник мотивации») обучающийся становится лидером.

Ролл И. и Вайли Р. рассматривают эволюционные и революционные процессы в изучаемой сфере [7]. Отмечается, что одной из основных задач в ней является создание систем, где машина может обучать

человека столь же эффективно, как и один человек другого. По мнению исследователей, прогресс, достигнутый за десятилетия работы в направлении этой цели, позволил в первую очередь ускорить учебный процесс. Стоит отметить, что сама статья напечатана в издании «International Journal of Artificial Intelligence in Education» (досл. «Международный журнал искусственного интеллекта в образовании»), что и позволяет говорить о создании отдельной соответствующей субдисциплины (см. выше). Это же утверждение иллюстрирует своим наличием и другой пример периодического издания под названием «Компьютеры и образование: искусственный интеллект» [1].

Турецкие эксперты из Анатолийского университета обращают внимание на смежные направления, связанные с ИИ, и их вспомогательную роль в образовательной деятельности [8]. К таким компонентам, в частности, относятся машинное обучение, глубокое обучение, обработка естественных языков и т. п. На основе анализа больших объёмов данных, содержащихся в соцсетях, авторы выявили сквозные тенденции, относящиеся к интересующей нас тематике, разделив их на три основные группы: адаптивное обучение и персонализация; экспертные и интеллектуальные системы обучения; ИИ в целом как будущий компонент образовательного процесса.

Из актуальных вопросов учёные из Гонконга и Тайваня [9] выделяют наличие определённого разрыва между теорией и практикой, в результате чего применение ИИ в образовании ограничивается лишь определёнными направлениями (к примеру, широко распространена обработка естественных языков, но недостаточно активно внедряются возможности глубокого обучения, включая нейронные сети). С точки зрения авторов, необходимо обращать особое внимание на использование искусственного интеллекта в условиях очных — а не виртуальных — занятий, углубляя персонализированный подход к обучающимся. Ещё одним интересным предложением является комбинирование биомедицинских технологий (к примеру, ЭЭГ) с процессом обучения, что помогло бы оперативнее обнаруживать и прорабатывать проблемные моменты в учебном материале.

Международный коллектив авторов [10] выделяет и ещё одну сопряжённую подтему: применение ИИ в контексте науки о больших объёмах данных (Big Data). В частности, обработка крупных массивов информации с помощью вычислительных технологий помогает не только определить самые общие тенденции, но и индивидуализировать траектории обучения.

Впрочем, доминирование технологий в образовательной сфере иногда ведёт и к пессимистическим прогнозам. В качестве примера можно привести статью «Разрушит ли ИИ образование?» [11], в которой проф. М.И. Варди критически рассматривает феномен MOOC (массивных открытых онлайн-курсов)

как предтечу использования ИИ в образовании. По мнению автора, данная тенденция представляет собой своеобразный ответ на вопрос, который так и не был задан, т. е. необходимости во внедрении искусственного интеллекта в искомую сферу нет в принципе, в особенности с учётом ряда нерешённых проблем вроде этического аспекта, связанного с работой ИИ.

Таким образом, можно сделать вывод, что, несмотря на достигнутые успехи, проникновение искусственного интеллекта в сферу образования представляется лишь фрагментарным и предстоит предпринять ещё немало усилий для полноценного применения всего спектра возможностей, которые он предоставляет. Будущие перспективные исследования могут быть связаны с междисциплинарными факторами, узким профессиональным (прецизионным) обучением, диалогом между апологетами «холодной» технологии и сторонниками «тёплых», гуманитарных аспектов образования [10].

Проблематика исследования

Современные технологии существенно облегчают работу людей во всех сферах. Это касается и сферы образования. Для преподавателя важно обучить студентов необходимым навыкам, особенно если это касается университетов, которые дают студентам профессиональные навыки. Например, важно не только правильно писать программы, но и соблюдать определённые правила «хорошего стиля» в них.

Однако существует проблема, которая касается любого преподавателя: обучающихся очень много, что требует значительных временных затрат преподавателем на проверку письменных работ вручную. А здесь простые человеческие факторы могут повлиять на объективную оценку качества написанного кода.

Итак, в этом случае существует наиболее простой выход: выполнять проверку письменных работ при минимальном участии преподавателя. Лишь благодаря отсканированным копиям работ можно провести полную оценку и дать конструктивное мнение по поводу работоспособности программы, а также стиля её написания. Для этого предлагается реализовать веб-сайт, на котором будут осуществляться все операции, связанные с загрузкой, распознаванием, проверкой работ. Помимо этого, учащийся будет иметь возможность просмотреть замечания и итоговую оценку по своей работе.

Обзор подобных решений

Схожие задачи не новы и остро стоят в поле зрения интересов всех образовательных учреждений. И есть множества сервисов, помогающих преподавателям выполнять свою работу лучше и проще. Рассмотрим два из них.

Первый сервис называется Wooclap [12]. Его основная идея в том, чтобы делать уроки более интерактивными, постоянно активизируя внимания обучающегося с целью лучшего усвоения получаемых знаний. При

помощи искусственного интеллекта можно создавать интерактивные уроки, которые включают в себя голосования, вопросы-ответы, опросы и другие способные к интеграции в урок элементы обучения.

Оценка знаний обучающихся становится более тривиальной задачей, ведь постоянные опросы и небольшие проверки всегда позволяют оценить реальный уровень знаний школьников в конкретный момент – благодаря этому задача планирования обучения становится проще. Wooclar позволяет студентам задавать вопросы и выражать свое мнение в режиме реального времени. Это способствует более активному участию и обеспечивает мгновенную обратную связь от обучающихся. Сервис также имеет собственные внутренние инструменты для анализа прогресса школьника в усвоении полученных знаний.

Wooclar имеет множество встроенных интеграций, позволяющих проводить урок разными способами, улучшая качество подаваемого учебного материала. Например, такими внутренними интеграциями является возможность поддержки PowerPoint или Google Slides. Преподаватели могут добавлять интерактивные элементы в свои презентации, чтобы сделать уроки более увлекательными.

Сервис достаточно масштабируем и адаптивен, так как является веб-сервисом, который также имеет мобильное приложение, позволяющее обучающимся использовать сервис даже на мобильных устройствах, что сильно спасает ситуацию, когда происходят непредвиденные ситуации у преподавателя или обучающегося.

Подводя итог, можно заключить, что Wooclar является весьма удобным и гибким инструментом для проведения уроков у школьников или студентов с целью лучшего усвоения знаний, анализа качества обучаемости и планирования расписания уроков и занятий.

Второй сервис называется Grammarly [13]. Это очень популярный онлайн-сервис, предназначенный для проверки и коррекции грамматических ошибок, структуры предложений, правописания и стиля в текстах. Этот инструмент использует искусственный интеллект и алгоритмы машинного обучения для анализа текстов и предоставляет рекомендации по их улучшению.

Он позволяет автоматически выявлять грамматические ошибки и опечатки в тексте, предоставляет предложения с исправлениями и объяснениями для каждой ошибки, помогая пользователям улучшить качество своих текстов. Сервис также анализирует структуру предложений и стиль написания, предлагая рекомендации по улучшению читаемости и языковой точности.

Grammarly рекомендует синонимы и альтернативные варианты слов, чтобы обогатить лексику текста. Помимо этого, он проверяет правильность использования знаков препинания, что способствует лучшей структурированности текста. Также сервис может анализировать текст на уникальность и предостеречь

пользователя от плагиата, предлагая альтернативные формулировки.

Grammarly имеет внутренние возможности к интеграции со множеством платформ. Он предоставляет браузерные расширения и плагины для текстовых редакторов, электронной почты и социальных сетей, что позволяет пользователям проверять тексты на грамматические ошибки и структуру прямо в контексте их использования. Имеет доступность в виде приложений для Windows и macOS, что обеспечивает возможность проверки текстов вне веб-браузера.

Grammarly широко используется в образовании, в профессиональных и деловых сферах, а также всеми, кто стремится улучшить качество своих письменных текстов и документов, обеспечивая лучшую читаемость, структуру и точность.

Подводя итог, становится очевидным, что онлайн-сервис Grammarly является удобным средством для проверки орфографии и в целом лингвистических знаний обучающихся, с возможностями углубленной проверки, подробным описанием ошибок и предоставлением потенциальных вариантов исправления.

Постановка задачи

Подходя к основной теме выступления, нужно определить, почему так важно проверять не только работоспособность программного кода обучающихся, но также их стиль и синтаксическую корректность. Во многих компаниях-разработчиках ПО часто используют линтеры для одобрения merge request'ов. Линтеры – это программы, выявляющие стилистические ошибки в коде, которых программист должен избегать. Код должен не только работать правильно, но и быть читаемым для будущих изменений и доработок. Например, можно рассмотреть способ реализации pipeline с использованием линтеров. В [14] представлена реализация такого pipeline для внедрения в любительский проект, который будет выполнять определенные шаги при каждом push на github-сервере. При выполнении этих шагов pipeline уведомит пользователя о корректности синтаксиса и стиля кода, а также успешном прохождении unit-тестов, если они есть в проекте. В этой работе используется внешний линтер `cpp-linter` для проверки стиля написания кода. Это пример того, как линтеры используются в промышленном программировании крупных IT компаний.

Когда речь идет о стиле программного кода, важно понимать, что опыт в этой области не заканчивается на учебных задачах. В компаниях большое количество времени уделяется изучению чужого кода. Если код написан сложно и без аннотаций, это может замедлить бизнес. Поэтому навык написания чистого и читаемого кода крайне важен для студентов и школьников, которые хотят стать программистами в будущем.

Рассмотрим на примере вредные привычки учащихся при написании программ.

Одна из наиболее распространенных плохих привычек учащихся – использование некорректных названий переменных. Это делает код менее читаемым и затрудняет его понимание, особенно в случае больших файлов со значительным количеством кода. Например, в маленьких программах это может не вызывать проблем, но в более крупных проектах такие некорректные названия переменных только усложняют процесс изучения кода. На рис. 1 представлен такой пример небольшой программы по инициализации двух переменных и выводу небольшой математической операции, применяемой к ним.

Можно заметить, что нетрудно распознавать смысл переменных в таком контексте, так как программа маленькая и имеет простой математический смысл. Если же усложнить задачу и под одной переменной хранить имя, и под другой – фамилию, то начинаются проблемы по контекстному пониманию значения переменной. Их названия должны быть созвучными, чтобы у другого специалиста не возникало проблем при чтении программного кода.

```
int main() {
    int a = 10;
    int b = 15;
    cout << (a + 2*b) * (a+b * 3);
    return 0;
}
```

Рис. 1. Пример рукописного программного кода

Изначально преподаватель имеет сканы или электронные копии работ, которые должны пройти процесс распознавания и проверки при помощи искусственной нейронной сети. Сначала изображения проходят через нейронную сеть для распознавания, затем проходят через линтер для анализа. Линтер выдает замечания о синтаксических ошибках или стиле кода.

Разработать веб-интерфейс для загрузки рукописных работ и получения автоматических оценок. Обеспечить удобный интерфейс для взаимодействия с результатами распознавания. Обеспечить обработку основных элементов языка, таких как переменные, функции, циклы, условия и т.д.

Полученные замечания отображаются в личном кабинете обучающегося и преподавателя. При необходимости преподаватель может добавить замечания от себя, поставить итоговую оценку работе. Обучающийся при этом способен просмотреть полученные замечания и итоговую оценку. Преподаватель способен оценить проблемы и затруднения школьника, по необходимости дать ему дополнительные материалы для обучения или повторения, либо же изменения своей учебной программы для обучающихся в целом.

Веб-сайт должен быть достаточно масштабируемым и адаптируемым так, чтобы поддержка множества преподавателей и обучающихся стала выполнимой. Также должны соблюдаться базовые критерии безопасности, возможность получения данных могут иметь только настоящие владельцы авторизационных данных аккаунтов. На рис. 2 можно увидеть структурную схему разработки ПО.

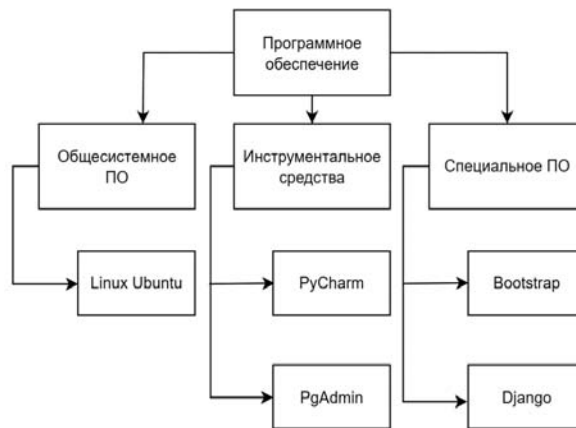


Рис. 2. Структурная схема разработки программного обеспечения

Решение задачи

Для создания такого веб-сервиса будет использована ранее реализованная искусственная нейронная сеть, позволяющая распознавать рукописный программный код языка программирования C++. Она была написана с использованием языка программирования Python, его внутренних библиотек и пакетов, а также внешних датасетов для обучения.

При реализации веб-сервиса важно определиться с дизайном, используемым веб-сервером, базой данных и прочим. Следует использовать простой и достаточно понятный дизайн. Для хранения всех выкладываемых изображений, их результатов, информации о пользователях и прочему можно использовать базу данных PostgreSQL. Это мощная и расширяемая объектно-реляционная система управления базами данных (СУБД), которая предоставляет надежное хранение и обработку информации. Она является одной из самых популярных открытых СУБД и широко используется в различных приложениях, начиная от небольших веб-сайтов до крупных корпоративных систем.

В качестве основного фреймворка для создания сайта будет использоваться Django. Это высокоуровневый веб-фреймворк, написанный на языке Python, который позволяет быстро разрабатывать безопасные и масштабируемые веб-приложения. Он предоставляет набор инструментов и библиотек для упрощения создания веб-приложений, включая аутентификацию, авторизацию, управление базами данных, шаблонизацию и многое другое.

Помимо базового фреймворка, использующегося для бэкенд-части разработки веб-сайта, будут использоваться фронтенд-инструменты HTML, CSS, JavaScript и Bootstrap. HTML и CSS – стандартные языки, используемые для создания веб-страниц. JavaScript – высокоуровневый, интерпретируемый язык программирования, который добавляет интерактивность, динамичность и функциональность на веб-страницы. Bootstrap – это бесплатный и открытый фреймворк для разработки веб-приложений и веб-сайтов. Он содержит набор инструментов, которые помогают в создании современных и адаптивных веб-страниц и веб-приложений.

Создание веб-сайтов с использованием Bootstrap осуществляется довольно просто и удобно благодаря его готовым компонентам и адаптивной сетке. Веб-разработчики могут применять предварительно созданные CSS-стили для оформления различных элементов интерфейса, что позволяет сэкономить время и усилия при создании дизайна веб-страницы.

Bootstrap также предоставляет готовые JavaScript-плагины для добавления интерактивности на веб-страницы, такие как карусели, всплывающие подсказки, модальные окна и другие элементы. Это позволяет создавать более динамичные и привлекательные веб-сайты без необходимости писать сложный код с нуля.

Благодаря адаптивной сетке Bootstrap веб-сайты могут легко адаптироваться под разные размеры экранов, что делает их удобными для просмотра на различных устройствах. Это особенно важно в современном мире, где пользователи часто используют различные устройства для доступа к интернету.

Кроме того, благодаря обширной документации, готовым шаблонам и примерам использования, Bootstrap облегчает процесс создания веб-сайтов. Разработчики могут быстро найти необходимую информацию и использовать готовые решения для своих проектов.

При помощи Django разработчики могут использовать встроенные функции для работы с базами данных, управления пользователями и аутентификацией, обработки форм, генерации URL-адресов и многого другого. Это позволяет сосредоточиться на бизнес-логике приложения, не тратя время на написание повторяющегося кода.

Django также предоставляет инструменты для создания адаптивных интерфейсов, таких как шаблонизаторы и возможности работы с CSS и JavaScript. Это позволяет разработчикам создавать красивые и функциональные веб-сайты, которые легко адаптируются под различные устройства.

Одним из основных преимуществ Django является его модульность и расширяемость. Разработчики могут использовать сторонние библиотеки и пакеты, чтобы расширить функциональность своих веб-приложений, что делает процесс разработки более гибким и эффективным.

Кроме того, Django имеет обширную документацию и активное сообщество разработчиков, что облегчает процесс изучения и использования фреймворка. Разработчики могут быстро найти ответы на свои вопросы и получить поддержку от опытных специалистов.

Функционал достаточно прост. Преподаватель в личном кабинете имеет несколько фильтров по классам и обучающимся в этих классах. Через них он находит соответствующий перечень, работы по которому будет выгружать на веб-сайте. Как только работы будут загружены, через форму они отправятся на серверную часть, где будут распознаны, проанализированы и проверены при помощи линтеров. Преподаватель в реальном времени сможет определить конец проверки, далее перейти к конкретной работе и дополнительно проверить её в случае необходимости. После этого преподаватель сможет выставить оценку и передать работу как полностью проверенную.

Обучающийся в личном кабинете получит уведомление о том, что его работа прошла проверку, сможет перейти в нужную вкладку и увидеть полученные замечания и итоговую оценку, если она была выставлена преподавателем. На основании полученных замечаний он или преподаватель смогут оценить качество обучения, точки для анализа и проработки.

Выводы

Таким образом, была построена схема разработки поставленной задачи на основе представленного стека технологий. Выполнен анализ существующих подобных разработок.

В результате можно получить готовый вариант онлайн-сервиса и с его помощью решать простые, но трудоёмкие проблемы преподавателей в обучении школьников. Это облегчает процесс проверки, приближая причастность преподавателя в работе к минимуму, не допуская неточностей и случайных помарок из-за невнимательности в силу разных обстоятельств.

Литература

1. Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education / G.-J. Hwang, H. Xie, B.W. Wah, D. Gašević // *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2020. Vol. 1. P. 100001.
2. Woolf B.P. AI in Education // *COINS Technical Report 91-37*. 1991. Retrieved July 1, 2022.
3. Chen L., Chen P., Lin Z. Artificial Intelligence in Education: A Review // *IEEE Access*. 2020. Vol. 8. P. 75264–75278.
4. Malik G., Tayal D. K., Vij S. An Analysis of the Role of Artificial Intelligence in Education and Teaching // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2018. P. 407–417.
5. Knox J. Artificial intelligence and education in China // *Learning, Media and Technology*. 2020. Vol. 45, Is. 3. P. 298–311.
6. Ouyang F., Jiao P. Artificial intelligence in education: The three paradigms // *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2021. Vol. 2. P. 100020.
7. Roll I., Wylie R. Evolution and Revolution in Artificial Intelligence in Education // *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 2016. Vol. 26, Is. 2. P. 582–599.

8. Goksel N., Bozkurt A. Artificial Intelligence in Education // Handbook of Research on Learning in the Age of Transhumanism. 2019. P. 224–236.

9. Application and theory gaps during the rise of Artificial Intelligence in Education / X. Chen, H. Xie, D. Zou, G.-J. Hwang // Computers and Education: Artificial Intelligence. 2020. Vol. 1. P. 100002.

10. Challenges and Future Directions of Big Data and Artificial Intelligence in Education / H. Luan, P. Geczy, H. Lai [et al.] // Frontiers in Psychology. 2020. Vol. 11. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2020.580820/full> (дата обращения: 13.12.2022).

11. Vardi M.Y. Will AI destroy education? // Communications of the ACM. 2022. Vol. 65, Is. 1. P. 7.

12. Wooclap. URL: <https://www.wooclap.com/> (дата обращения: 22.11.2023).

13. Grammarly. URL: <https://www.grammarly.com/> (дата обращения: 22.11.2023).

14. C/C++ Linter Action. URL: <https://github.com/cpp-linter/cpp-linter-action> (дата обращения: 13.12.2022).

Махалин Семен Александрович

Бакалавриant каф. информационных технологий (КИТ) Кубанского государственного университета (КубГУ)
Ставропольская ул., д. 149, г. Краснодар, Россия, 350040
Тел.: +7 (996) 630-21-33
Эл. почта: sem.mahalin@yandex.ru

Полетайкин Алексей Николаевич

Канд. техн. наук, доцент, доцент каф. информационных технологий Кубанского государственного университета (КубГУ)
Ставропольская ул., д. 149, г. Краснодар, Россия, 350040
Доцент каф. математического моделирования и цифрового развития бизнес-систем Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики (СибГУТИ)
Кирова ул., д. 86, Новосибирск, Россия, 630102
Доцент каф. статистики Новосибирского государственного университета экономики и управления (НГУЭУ)
Каменская ул., д. 56, г. Новосибирск, Россия, 630099
ORCID 0000-0002-5128-1952
Тел.: +7 (918) 035-91-79
Эл. почта: poletaykin@sibgti.ru

Монастырская Татьяна Игоревна

Канд. социол. наук, доцент, доцент каф. социально-коммуникативных технологий Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики
Кирова ул., д. 86, Новосибирск, Россия, 630102
ORCID ID: 0000-0001-5458-0985
Тел.+7 (383) 269-82-78
Эл. почта: t.monastyrskaya@sibgti.ru

Makhalin S.A., Poletaykin A.N., Monastirskaya T.I.

Intellectual Assistant to a Teacher of Computer Science

A smart teaching assistant that helps in recognizing, syntactic and stylistic verification of scanned works with handwritten program code in the C++ programming language for simplifying the process of checking a large number of works, deeper immersion in the study of programming language, writing not only workable,

but also high-quality and understandable code is presented. The task is to develop a web interface for uploading handwritten documents and receiving automatic evaluations. If necessary, the teacher can add some comments and give a final assessment of the work, and the student has the opportunity to view them.

Keywords: teaching assistant, training, artificial intelligence, linters, machine learning, neural networks.

References

1. Hwang, G.-J., Xie, H., Wah, B. W., Gašević, D. (2020) 'Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education', Computers and Education: Artificial Intelligence, 1, p. 100001.

2. Woolf, B.P. (1991) 'AI in Education', COINS Technical Report, pp. 91-37.

3. Chen, L., Chen, P., Lin, Z. (2020) 'Artificial Intelligence in Education: A Review', IEEE Access, 8, pp. 75264–75278).

4. Malik, G., Tayal, D. K., Vij, S. (2018), 'An Analysis of the Role of Artificial Intelligence in Education and Teaching', Advances in Intelligent Systems and Computing, pp. 407–417.

5. Knox, J. (2020) 'Artificial intelligence and education in China', Learning, Media and Technology, 45(3), pp. 298–311).

6. Ouyang, F., & Jiao, P. (2021) 'Artificial intelligence in education: the three paradigms', Computers and Education: Artificial Intelligence, 2, p. 100020.

7. Roll, I., Wylie, R. (2016) 'Evolution and Revolution in Artificial Intelligence in Education', International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26(2), pp. 582–599.

8. Goksel, N., Bozkurt, A. (2019) 'Artificial Intelligence in Education', Handbook of Research on Learning in the Age of Transhumanism, pp. 224–236.

9. Chen, X., Xie, H., Zou, D., Hwang, G.-J. (2020) 'Application and theory gaps during the rise of Artificial Intelligence in Education', Computers and Education: Artificial Intelligence, 1, p. 100002.

10. Luan, H., Geczy, P., Lai, H., Gobert, J., et al. (2020) 'Challenges and Future Directions of Big Data and Artificial Intelligence in Education', Frontiers in Psychology, 11. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2020.580820/full> [Accessed: 22 November 2023].

11. Vardi, M. Y. (2022), 'Will AI destroy education?', Communications of the ACM, 65(1), p. 7.

12. Wooclap. Available from: <https://www.wooclap.com> [Accessed: 22 November 2023].

13. Grammarly. Available from: <https://www.grammarly.com> [Accessed: 22 November 2023].

14. Action of the C/C++ linter. Available from: <https://github.com/cpp-linter/cpp-linter-action> [Accessed: 13 December 2023].

Semyon A. Makalin

Bachelor Student, Department of Information Technology, Kuban State University
149, Stavropol st., Krasnodar, Russia, 350040
Phone: +7 (996-6) 30-21-33
Email: sem.mahalin@yandex.ru

Alexey N. Poletaykin

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Department of Information Technologies, Kuban State University; Department of Mathematical Modeling and Digital Development of Business Systems, Siberian State University of Tele-

communications and Informatics, Department of Statistics,
Novosibirsk State University of Economics and Management
149, Stavropol st., Krasnodar, Russia, 350040
ORCID (0000-0002-5128-1952)
Phone: +7 (918-0) 35-91-79
Email: poletaykin@sibguti.ru

Tatiana I. Monastirskaya
Candidate of Sociological Sciences, Assistant Professor, Siberian State University of Telecommunications and Information Science
86, Kirova st., Novosibirsk, Russia, 630102
ORCID (0000-0001-5458-0985)
Phone: +7 (383-2) 69-82-78
Email: t.monastyrskaya@sibguti.ru

Секция 2

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ПРОРЫВНЫХ СУВЕРЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 512.1:517.53:519.6

Ю.А. Несмеев

ВОПРОСЫ ПРАКТИКИ ВЫЧИСЛЕНИЯ КОРНЕЙ АЛГЕБРАИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ ДВУМЯ НОВЫМИ СПОСОБАМИ

Рассматриваются вопросы практики вычисления корней алгебраического уравнения, способные вызывать затруднения у первокурсников при составлении вычислительных программ, где используются два новых способа вычислений. Первый способ позволяет находить корни уравнения степени от 2 до 102. Второй способ помогает вычислить корни уравнения пятой степени с помощью метода Ньютона для системы пяти уравнений. Приводятся материалы, нацеленные на восприятие способов студентами. Даны примеры влияния кратности корня на результат его вычисления, а также пример, сравнивающий результаты применения первого и второго способов и способа из системы MathCAD.

Ключевые слова: алгебраическое уравнение, метод Ньютона, алгоритм, программа, система.

В университетах ставятся и решаются такие задачи, которые приводят к системам уравнений. В [1], например, приведены решения систем, происходящих из поиска отражающей поверхности орбитального рефлектора. В [2] решаются системы уравнений из теории защиты информации, в [3] – системы, возникающие при использовании многогранника Ньютона.

Одной из наиболее используемых систем при обучении математике студентов технических специальностей является система, состоящая из одного алгебраического уравнения. В настоящее время корни такого уравнения студенты старших курсов – при встрече с ним на спецкурсах – находят с помощью существующих систем компьютерной алгебры, если степень уравнения больше числа 2. В недалёком будущем, вероятно, студенты старших курсов технических специальностей (ввиду нарастающего интереса школьников к программированию) будут делать попытки по созданию собственных вычислительных программ, не использующих систем компьютерной алгебры. Поэтому такие студенты, очевидно, должны быть знакомы с теми двумя существующими способами решения алгебраического уравнения, которые не используют систем компьютерной алгебры.

Способы являются новыми и реализуемыми, в частности, с помощью языка программирования Турбо Паскаль версии 7.1 [4, с. 221]. Способы принадлежат автору данной статьи. Один из них позволяет находить все корни алгебраического уравнения степени от 2 до 102. Этот способ опубликован в [5] и далее именуется «первый способ». Следующий способ изложен в другой статье данного издания и далее имеет название «второй способ». Студенты при освоении первого способа могут испытывать затруднение в процессе проверки вычисленных корней с помощью метода неопределённых коэффициентов. При освоении второго способа они могут испытывать затруднение в восприятии прекращения или продолжения итерационных вычислений, применяемых в нём. При освоении обоих

способов им следует, очевидно, дать примеры влияния кратности корня на результат его вычисления. Студентов, надеемся, будет интересовать сравнение результатов этих способов с результатами применения способа из какой-либо системы компьютерной алгебры.

Ввиду вышеизложенного целью исследований, представленных в данной статье, стало побуждение студентов к использованию данных способов. Задачи исследований:

1) разработка примеров, нацеленных на снятие у студентов возможных затруднений при освоении способов;

2) разработка примеров, показывающих влияние кратности корня на результат его вычисления посредством применяемых способов;

3) сравнение опубликованного решения уравнения пятой степени, которое получено способом из системы компьютерной алгебры, с решениями, полученными первым и вторым способами.

Задачи были решены. Исследования, представленные в статье, проводились с помощью изучения литературных источников, математических выкладок и компьютерного эксперимента.

Краткие сведения о первом способе

Если коэффициент при старшей степени неизвестной величины z в заданном уравнении степени n не равен 1, то заданное уравнение приводится к виду

$$z^n + a_{n-1}z^{n-1} + \dots + a_1z + a_0 = 0.$$

В нём коэффициенты являются вещественными или комплексными числами и $a_0 \neq 0$. Вычисление корней происходит поэтапно. Число этапов равно степени уравнения. На каждом этапе ищется один корень своего уравнения. При переходе от пройденного этапа к следующему этапу степень решаемого уравнения уменьшается на единицу. Номер какого-либо этапа совпадает со степенью решаемого уравнения. Начиная с этапа под номером $(n - 1)$, левая часть решаемого уравнения получается делением левой части уравнения, ре-

шённого на предыдущем этапе, на разность между величиной z и корнем, найденным на предыдущем этапе.

Начиная с этапа под номером n , выполняются следующие действия. В решаемом уравнении каждая степень величины z заменяется правой частью формулы Муавра. В левой части получившегося уравнения выделяются действительная и мнимая части. Части приравниваются к числу 0. Получившаяся система относительно полярных координат решается методом Ньютона для системы второго порядка. Пара полярных координат, полученная применением метода Ньютона, преобразуется в пару декартовых координат. Точка комплексной плоскости, соответствующая этой паре, идентифицируется как корень решаемого уравнения.

На каждом этапе при решении методом Ньютона начальные приближения полярных координат вычисляются единообразно.

Рассмотрим этап под номером n . Предположим, что на нём найден корень z_n . Тогда, согласно соотношениям из [6, с. 75], справедливо неравенство

$$\left(a_0/(b+a_0)\right) \leq |z_n| \leq 1+c,$$

в котором

$$b = \max\{1, |a_{n-1}|, |a_{n-2}|, \dots, |a_1|\},$$

$$c = \max\{|a_{n-1}|, |a_{n-2}|, \dots, |a_1|, |a_0|\}.$$

Так как величина $|z_n|$ является полярным радиусом корня z_n , то за начальное приближение полярного радиуса принимается среднее арифметическое величин $a_0/(b+a_0)$ и $1+c$. За начальное приближение полярного угла принимается произведение числа 20 на случайное число из промежутка $[0;1]$. Если вычисленные начальные приближения оказываются неудачными, то предпринимается новая попытка получения удачных начальных приближений с помощью случайных чисел.

После выполнения всех этапов вычисленные корни сначала сортируются по убыванию действительной части, а затем выводятся на экран и в два внешних файла. В одном внешнем файле оказываются представленными коэффициенты заданного уравнения и вычисленные корни. Другой внешний файл представляет историю вычисления корней. На экране и во внешних файлах какой-либо вычисленный комплексный корень и его вычисленный комплексно-сопряжённый корень находятся рядом.

Применение метода неопределённых коэффициентов для проверки корней, полученных первым способом

Этот метод применяется для получения результата деления многочлена на разность между аргументом многочлена и его известным нулём. При решении одного уравнения он используется $(n-1)$ раз. При этом каждый раз используется своё линейное векторное пространство. Вектором является многочлен, аргумент

которого – комплексное число z . Коэффициенты многочлена – комплексные числа. Здесь действительные числа рассматриваются как комплексные числа с мнимыми частями, равными нулю. Примеры применения метода даются ниже.

Пример 1. Требуется найти результат деления многочлена

$$P(z) = z^3 - z^2 + z - 1 \quad (1)$$

на разность $z-1$.

Решение. При подстановке числа 1 в равенство (1) его правая часть принимает значение 0. Поэтому число 1 является нулём этого многочлена. С другой стороны, этот многочлен – элемент того линейного векторного пространства, в котором совокупность величин $z^3, z^2, z, 1$ образует базис. В этом базисе произвольный многочлен является линейной комбинацией относительно этих величин, а коэффициентами при величинах являются комплексные числа. Заданный многочлен, как и любой многочлен степени, не превосходящей числа 3, имеет единственное разложение по этому базису. Будем использовать данное свойство.

Обозначим результат деления $Q(z)$. Пусть

$$Q(z) = z^2 + (\alpha_{21} + \beta_{21}i)z + (\alpha_{20} + \beta_{20}i). \quad (2)$$

Ввиду того что $P(z) = Q(z)(z-1)$, справедливо равенство

$$z^3 - z^2 + z - 1 = [z^2 + (\alpha_{21} + \beta_{21}i)z + (\alpha_{20} + \beta_{20}i)] \cdot (z-1). \quad (3)$$

Преобразуем правую часть равенства (3) до линейной комбинации степеней величины z . Приравнивание коэффициентов при степенях 2, 1, 0 величины z в этой комбинации к соответствующим коэффициентам левой части равенства (3) даёт следующую систему:

$$\begin{aligned} (\alpha_{21} + \beta_{21}i) - 1 &= -1; \\ -(\alpha_{21} + \beta_{21}i) + (\alpha_{20} + \beta_{20}i) &= 1; \\ -(\alpha_{20} + \beta_{20}i) &= -1. \end{aligned}$$

В ней первое уравнение является следствием второго и третьего уравнений. Потому убираем его из системы. Решаем систему

$$\begin{aligned} -(\alpha_{21} + \beta_{21}i) + (\alpha_{20} + \beta_{20}i) &= 1, \\ -(\alpha_{20} + \beta_{20}i) &= -1. \end{aligned}$$

Из второго уравнения получаем $\alpha_{20} + \beta_{20}i = 1$, а из первого уравнения, что $\alpha_{21} + \beta_{21}i = 0$.

Поэтому $Q(z) = z^2 + 1$.

Следствие 1. Если первым способом решается уравнение $z^3 - z^2 + z - 1 = 0$ и на третьем этапе решения получен корень 1, то на втором этапе будет решаться уравнение $z^2 + 1 = 0$.

Пример 2. Требуется найти результат деления многочлена (1) на разность $(z-i)$.

Решение. Так как число i является нулём многочлена (1), то справедливо равенство

$$z^3 - z^2 + z - 1 = [z^2 + (\alpha_{21} + \beta_{21}i)z + (\alpha_{20} + \beta_{20}i)] \cdot (z - i). \quad (4)$$

Преобразуем правую часть равенства (4) до линейной комбинации степеней величины z . Затем приравняем коэффициенты при степенях 1 и 0 величины z в левой и правой частях получившегося равенства. В результате придём к системе

$$\begin{aligned} -i(\alpha_{21} + \beta_{21}i) + (\alpha_{20} + \beta_{20}i) &= 1, \\ -i(\alpha_{20} + \beta_{20}i) &= -1. \end{aligned}$$

Последовательное использование второго и первого уравнений системы приводит к равенствам $\alpha_{20} + \beta_{20}i = -i$, $\alpha_{21} + \beta_{21}i = -1 + i$.

Результатом деления становится многочлен $Q(z) = z^2 + (-1 + i)z - i$.

Следствие 2. Если первым способом решается уравнение $z^3 - z^2 + z - 1 = 0$ и на третьем этапе решения получен корень i , то на втором этапе будет решаться уравнение $z^2 + (-1 + i)z - i = 0$.

Пример 3. Требуется найти результат деления многочлена

$$z^2 + (-1 + i)z - i \quad (5)$$

на разность $z - (-i)$.

Решение. Число $-i$ является нулём многочлена (5). Поэтому результат деления будем искать в виде многочлена $z + (\alpha_{10} + \beta_{10}i)$. Справедливо равенство

$$\begin{aligned} z^2 + (-1 + i)z - i &= \\ = [z + (\alpha_{10} + \beta_{10}i)] \cdot (z + i). \end{aligned} \quad (6)$$

Из равенства (6) вытекает уравнение

$$-i = (\alpha_{10} + \beta_{10}i)i,$$

а результатом деления является двучлен $z - 1$.

Следствие 3. Если при решении уравнения $z^2 + (-1 + i)z - i = 0$ на втором этапе получен корень $-i$, то на первом этапе должно решаться уравнение $z - 1 = 0$.

Пример 4. В результате решения уравнения $z^4 - 2z^3 + z^2 + 2z - 2 = 0$ первым способом последовательно были получены корни $1, 1+i, -1, 1-i$. Требуется найти уравнения, решённые на этапах 3, 2, 1.

Решение. Уравнение, решённое на третьем этапе, ищем в виде соотношения

$$z^3 + (\alpha_{32} + \beta_{32}i)z^2 + (\alpha_{31} + \beta_{31}i)z + (\alpha_{30} + \beta_{30}i) = 0. \quad (7)$$

Уравнения, решённые на втором и первом этапах, ищем в виде соотношений $z^2 + (\alpha_{21} + \beta_{21}i)z + (\alpha_{20} + \beta_{20}i) = 0$ и $z + (\alpha_{10} + \beta_{10}i) = 0$.

Умножение левой части уравнения (7) на разность $(z - 1)$ и дальнейшее приравнивание коэффициентов при степенях 2, 1, 0 в получившемся многочлене четвёртой степени к соответствующим коэффициентам заданного уравнения приводят к следующей системе:

$$\begin{aligned} -(\alpha_{32} + \beta_{32}i) + (\alpha_{31} + \beta_{31}i) &= 1; \\ -(\alpha_{31} + \beta_{31}i) + (\alpha_{30} + \beta_{30}i) &= 2; \\ -(\alpha_{30} + \beta_{30}i) &= -2. \end{aligned} \quad (8)$$

Последовательно используя последнее, предпоследнее и первое уравнения системы (8), получим следующие равенства:

$$\begin{aligned} \alpha_{30} + \beta_{30}i &= 2; \\ \alpha_{31} + \beta_{31}i &= 0; \\ \alpha_{32} + \beta_{32}i &= -1. \end{aligned} \quad (9)$$

Подстановка величин из системы (9) в уравнение (7) приводит к выводу о том, что на третьем этапе решалось уравнение

$$z^3 - z^2 + 2 = 0. \quad (10)$$

Выполнение аналогичных действий приводит к равенствам $\alpha_{21} + \beta_{21}i = 1$, $\alpha_{20} + \beta_{20}i = -1$. Следовательно, на втором этапе решалось уравнение

$$z^2 + iz - 1 + i = 0. \quad (11)$$

Аналогичные действия приводят к равенству $\alpha_{10} + \beta_{10}i = -1 + i$. Это означает, что на первом этапе решалось уравнение

$$z - 1 + i = 0. \quad (12)$$

Пример 5. При решении уравнения

$$z^{102} + z^{74} - 2 = 0$$

первым способом на этапе под номером 2 решалось уравнение

$$\begin{aligned} z^2 + (-6,45564249539446 \cdot 10^{-2} + \\ + 1,76483221694569i)z + (-1,00787570503693 - \\ - 6,85316526226701 \cdot 10^{-2}i) = 0. \end{aligned}$$

На этапе под номером 3 был найден корень $4,47726526625548 \cdot 10^{-1} - 8,94463930500085 \cdot 10^{-1}i$. Требуется найти уравнение, решённое на третьем этапе.

Результатом поиска стало уравнение $z^3 + (-5,12282951579492 \cdot 10^{-1} + 2,65929614744578i)z^2 + (-2,55755084256336 - 9,16437244795968 \cdot 10^{-1}i)z + (5,12551780054999 \cdot 10^{-1} - 8,70825025790219 \cdot 10^{-1}i) = 0$.

Прекращение итерационных вычислений во втором способе

При использовании второго способа в компьютерных программах у студентов могут быть затруднения при вычислении тех порядков пяти вещественных чисел, значения которых вызывают или прекращение, или продление итерационных вычислений. Для снятия этих затруднений прежде всего следует заметить, что второй способ, так же как и первый, рассчитан на использование в программах следующего типа переменных вещественных величин: extended. Для этого типа при экспоненциальном изображении

одного вещественного числа используется 23 символа. При счёте слева направо последние пять символов являются порядком числа. Если вещественное число положительное, первым будет символ «пробел». Если вещественное число отрицательное, первым символом является знак «минус».

Пример 6. Требуется найти изображение величины $-2,1 \cdot 10^{-26}$ в программе, если она является значением переменной величины типа `extended`.

Решение. Изображением является величина `-2.1000000000000000E-0026`, в которой точка – это замена запятой.

Для снятия затруднений также следует заметить, что в программе величина типа `string` (строка) автоматически задаёт одномерный массив символов. Причем число символов равно длине строки. Нумерация элементов массива начинается с единицы, а заканчивается числом, равным длине строки. Первым элементом массива является крайний левый символ строки, а последним элементом массива – крайний правый символ строки.

Так как число может быть преобразовано в строку, а строка – в число, то справедлив следующий алгоритм вычисления порядка вещественного числа в программе.

1. Преобразование исходного вещественного числа в строку с помощью процедуры `str`.
2. Поиск тех символов получившейся строки, которые имеют номера 19, 20, 21, 22, 23.
3. Сцепление найденных символов в строку с помощью функции `concat`.
4. Преобразование получившейся строки в число с помощью процедуры `val`.

Результатом выполнения четвёртого шага становится целое число, являющееся порядком исходного вещественного числа. Алгоритм применяется в следующих примерах.

Пример 7. Требуется найти порядок вещественного числа, имеющего в программе вид `-3.5430000000000000E+0003`, а также определить знак этого числа.

Решение. Применяем этот алгоритм. Результатом выполнения первого шага является строка `'-3.5430000000000000E+0003'`.

Выполнение второго шага даёт символы `'+', '0', '0', '0', '3'`. Результат выполнения третьего шага: строка `'+0003'`. Результат выполнения четвёртого шага: число 3. Находим первый символ изображения – это минус. Делаем вывод: порядком является число 3, знаком является минус.

Пример 8. Требуется найти порядок вещественного числа, имеющего в программе вид

`9.5430000000000000E-0020`,

а также определить знак этого числа.

Решение. Используем этот же алгоритм. Результаты выполнения шагов алгоритма:

строка `'9.5430000000000000E-0020'`;

символы `'-', '0', '0', '2', '0'`;

строка `'-0020'`;

число – 20.

Находим первый символ изображения – это пробел. Делаем вывод: порядком является число – 20, знаком числа является плюс.

Замечание 1. Об изложенном выше автоматическом задании переменной величиной типа `string` одномерного массива символов в учебной литературе, очевидно, не сообщается.

Влияние кратности корня на точность вычисленного корня при использовании первого и второго способов

Компьютерный эксперимент выявил влияние кратности корня на точность вычисленного корня, если используются эти способы. Выявление происходило при визуализации внешних файлов, в которые выводились вычисленные корни. Примеры влияния приводятся ниже.

Применение первого способа к уравнению, имеющему лишь корни кратности 1, при высокой степени уравнения может приводить к таким вычисленным парам комплексно-сопряженным корней, у которых их соответствующие части по абсолютной величине отличаются последними цифрами мантиссы. При этом вычисленные действительные корни являются точными корнями. Таким уравнением является уравнение из примера 5. Его очевидные корни – числа -1 и 1 . Они были получены на этапах 69 и 11.

Применение обоих способов к уравнению, имеющему лишь действительные корни кратности 1, может дать все точные корни. Таким уравнением является уравнение

$$z^5 - 3z^4 - 5z^3 + 15z^2 + 4z - 12 = 0, \quad (13)$$

имеющее корнями числа $-2, -1.1, 2, 3$.

Применение обоих способов к уравнению пятой степени, имеющему два действительных корня кратностей 1 и 4, может дать один точный корень и даёт четыре неточных корня. Таким уравнением является равенство

$$z^5 - 3z^4 + 2z^3 + 2z^2 - 3z + 1 = 0. \quad (14)$$

Пример 9. Требуется решить уравнение (14) первым способом.

Результатами решения являются следующие комплексные числа:

- 1) $-1,0000000000000000 - 0,0000000000000000i$;
- 2) $0,99998562473007 + 0,00000000117491i$;
- 3) $0,99999999848117 - 0,00001437561394i$;
- 4) $1,00000000083091 + 0,00001437561386i$;
- 5) $1,00001437595785 - 0,00000000117483i$.

Первое число было получено на этапе под номером 5. Причем удачное начальное приближение было

найден с пятой попытки. Первое число, являясь действительным числом -1 , представляет собой точный корень.

Каждое другое число является неточным корнем. На этапе под номером 4 удачное начальное приближение было найдено с тридцать восьмой попытки. На этапах 3, 2, 1 первое использование случайных чисел приводило к удачному начальному приближению. После округления действительных и мнимых частей чисел, найденных на этапах 4, 3, 2 и 1, до четырёх или меньшего числа знаков после запятой получается число 1. Это точный корень, имеющий кратность 4.

Пример 10. Требуется решить уравнение (14) вторым способом.

Результатами решения оказываются следующие комплексные числа:

- 1) $0,99999999892875 + 0,00001347939168i$;
- 2) $0,99999999892875 - 0,00001347939168i$;
- 3) $-1,00000000000000 - 0,00000000000000i$;
- 4) $1,00001347935042 + 0,00000000000000i$;
- 5) $0,99998652086383 + 0,00000000000000i$.

Первое и второе числа – корни квадратного уравнения. Остальные числа – корни кубического уравнения. При решении квадратного и кубического уравнений числа были получены аналитическим способом решения уравнения четвёртой степени. Третье число является действительным числом -1 . После округления действительной и мнимой частей каждого другого числа до четырёх или меньшего числа знаков после запятой получается число 1.

Пример 11. Требуется апробировать первый и второй способы на вычислении корней уравнения

$$z^5 - 5z^4 + 10z^3 - 10z^2 + 5z - 1 = 0. \quad (15)$$

Результаты апробирования. Первый способ даёт следующие корни:

- 1) $0,99983195047551 - 0,00012204022531i$;
- 2) $0,99983201004394 + 0,00012208349606i$;
- 3) $1,00006415974260 - 0,00019755590799i$;
- 4) $1,00006417379510 + 0,00019751263724i$;
- 5) $1,00020770594284 + 0,00000000000000i$.

При вычислении этих корней на пятом этапе удачное начальное приближение было найдено с попытки под номером 664. На третьем этапе удачной оказалась третья попытка. На других этапах удачной была первая попытка. Все полученные комплексные корни становятся числом 1 после округления их действительных и мнимых частей до трёх или меньшего числа знаков после запятой. Применение формул Виета к вычислению коэффициентов того уравнения, у которого все корни равны числу 1, приводит к коэффициентам уравнения (15). Следовательно, число 1 является пятикратным корнем уравнения (15). Второй способ не позволил вычислить корни уравнения (15) из-за того, что не удалось найти решение системы пяти уравнений, используемой в способе. Таким образом, при апробировании

работал только первый способ. Он был отягощён большим числом попыток при поиске удачного начального приближения.

Пример 12. Требуется восстановить уравнение по его корням: $-1, -i, -i, i, i$. Также требуется решить восстановленное уравнение обоими способами.

Решение. Восстановленное уравнение

$$z^5 + z^4 + 2z^3 + 2z^2 + z + 1 = 0. \quad (16)$$

Результаты решения уравнения (16) первым способом:

- 1) $-1,00000000000000 - 0,00000000000000i$;
- 2) $-0,00000000010841 + 1,00000000000000i$;
- 3) $-0,00000000000000 - 1,00000000006788i$;
- 4) $-0,00000000000000 - 0,99999999993212i$;
- 5) $0,00000000010841 + 1,00000000000000i$.

Результат решения уравнения (16) вторым способом:

- 1) $-0,000000000048149 + 1,00000000001653i$;
- 2) $-0,000000000048149 - 1,00000000001653i$;
- 3) $-1,00000000000000 - 0,00000000000000i$;
- 4) $0,000000000096299 + 0,999999999983470i$;
- 5) $0,000000000096299 - 0,99999999998347i$.

Заключение 1. Одним корнем восстановленного уравнения является минус 1.2. После округления действительных и мнимых частей остальных корней до девяти или меньшего числа знаков после запятой получаются числа $-i, -i, i, i$. 6. При решении уравнения (16) первым или вторым способом корень -1 вычисляется точным корнем, а корни i и $-i$ вычисляются неточными корнями.

Сравнение результатов применения первого и второго способов с результатами способа из системы MathCAD

Пример 13. Требуется найти корни уравнения

$$z^5 + 3z + 2 = 0. \quad (17)$$

Применение первого способа даёт следующие корни:

- 1) $-0,74846849439910 + 0,99543395446793i$;
- 2) $-0,74846849439910 - 0,99543395446793i$;
- 3) $-0,63283452024215 - 0,00000000000000i$;
- 4) $1,06488575452018 - 0,95054603496383i$;
- 5) $1,06488575452018 + 0,95054603496383i$.

Применение второго способа даёт корни

- 1) $1,064885754520175 + 0,950546034963835i$;
- 2) $1,06488575452017 - 0,950546034963835i$;
- 3) $-0,748468494399098 + 0,99543395446793i$;
- 4) $-0,748468494399098 - 0,99543395446793i$;
- 5) $-0,632834520242153 + 0,00000000000000i$.

Корни из системы MathCAD:

- 1) $1,0648857545201774155 + 0,95054603496383974316i$;
- 2) $1,0648857545201774155 - 0,95054603496382974316i$;
- 3) $-0,74846849439910127022 + 0,99543395446793170792i$;

$$\begin{aligned}
 &4) -0,74846849439910127022 - \\
 &- 0,99543395446793170792i; \\
 &5) -0,63283452024215229056.
 \end{aligned}
 \tag{18}$$

Сравнение результатов, полученных первым и вторым способами, с результатами из системы MathCAD при решении уравнения (17) приводит к выводу, что округление действительных и мнимых частей корней под номерами 1–4 и корня под номером 5 из совокупности (18) до тринадцати знаков после запятой даёт корни, полученные первым и вторым способами.

Выводы

Решены примеры, нацеленные на снятие возможных затруднений у студентов как при проверке корней методом неопределённых коэффициентов (при решении уравнений степени от 2 до 102), так и при прекращении или продолжении итерационных вычислений в способе решения алгебраического уравнения пятой степени методом Ньютона для системы пяти уравнений. На примерах показано влияние кратности корня на результаты его вычисления посредством этих способов. Решён пример на сравнение результатов решения обсуждаемыми способами со способом из системы MathCAD.

Литература

1. Бухтяк М.С., Есипов Д.Е. Псевдоминимальные поверхности вращения // Вестн. Том. гос. ун-та. Математика и механика. 2022. № 76. С. 5–19.
2. Утешев А.Ю., Маров А.В. Обнаружение ошибок в схеме Шарона разделения секрета // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. Прикл. математика процессов упр. 2019. Т. 15, вып. 2. С. 274–282.
3. Михалкин Е.Н., Никзад М., Степаненко В.А. Детализация факторизационных тождеств для классического дискриминанта // Журн. СФУ. Сер. Математика и физика. 2022. Т. 15, вып. 1. С. 20–28.
4. Руководство по программированию под управлением MS DOS / под ред. Ф. Пьеро; пер. с франц. под ред. Л.В. Лямина. М.: Радио и связь. 1995. 544 с.
5. Несмеев Ю.А. Численное решение алгебраического уравнения с вещественными коэффициентами // Современное образование: повышение конкурентоспособности университетов: материалы междунар. науч.-метод. конф., 28–29 января 2021 г., Томск, Россия. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2021. В 2 ч. Ч. 1. С. 271–274.
6. Сборник задач по методам вычислений / под ред. П.И. Монастырского. Минск: Изд-во БГУ им. В.И. Ленина, 1983. С. 288.

Несмеев Юрий Алексеевич

Учитель математики, СОШ № 48, г. Воронеж, Воронежская область, тел.: 4732765074
e-mail: nes_ya@list.ru

Nesmeev Yu.A.

Issues of Practicing the Calculation of Algebraic Equation Roots with Two New Ways

The issues of the practicing the calculation of an algebraic equation roots that may cause difficulties for first-year students when compiling computational programs with the use of two new methods of computation are considered. The first method provides calculation of the roots of a degree equation from 2 to 102. The second method calculates the roots of the fifth-degree equation with the use of Newton's method for a system of five equations. The materials aimed at these methods perception by students are presented. Some examples of influencing the multiplicity of the root on the result of its calculating as well as the example comparing the results of using the first and the second methods and the method from the MathCAD system are given.

Keywords: algebraic equation, Newton's method, algorithm, program, system.

References

1. Buktyak MS, Yesipov DE. Pseudominimalnie poverhnosti vraschenija [Pseudo-minimal surfaces of revolution]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Matematika i mekhanika [Bulletin of Tomsk State University. Mathematics and Mechanics]. 2022;(76):5-19. (In Russ.)
2. Uteshev AYU, Marov AV. Obnarujenie oshibok v shene Sharona razdelenija sekreta [Faulty share detection in Shamir's secret sharing]. Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 10. Prikladnaya matematika processov upravleniya. [Bulletin of St. Petersburg University. Episode 10. Applied mathematics of control processes]. 2019; 15(2):274-282. (In Russ.)
3. Mikhalkin EN, Nikzad M, Stepanenko V.A. Detalizacija faktorizacionnih tojdestv dlja klassicheskogo diskriminanta [Specification of factorization identities for classical discriminant]. Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Matematika i fizika [Journal of the Siberian Federal University. Mathematics and Physics]. 2022;15(1):23-28. (In Russ.)
4. Piero F. Rukovodstvo po programmirovaniyu pod upravleniem MS DOS [MS DOS Programming Guide]. M.: Radio and Communication;1995. (In Russ.)
5. Nesmeev YuA. Chislennoe reshenie algebraicheskogo uravneniya s veshchestvennymi koefficientami [Numerical solution of the algebraic equation with real coefficients]. Sovremennoe obrazovanie: povyshenie konkurentosposobnosti universitetov. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii [Modern education: improving the competitiveness of universities. Materials of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2021;(1):271-274. (In Russ.)
6. Monastirskiy PE. Sbornik zadach po metodam vychislenii [Collection of tasks on computational methods]. Minsk: BSU named after V.I. Lenin;1983. (In Russ.)

Yuri A. Nesmeev

Maths Teacher, SOSH 48, Voronezh, Voronezh region
Phone: +7 (473-2) 76-50-74
Email: nes_ya@list.ru

УДК 512.1:517.53:519.6

Ю.А. Несмеев

СПОСОБ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ РАССТОЯНИЙ ДО ТОЧЕК ЛИБРАЦИИ В СИСТЕМЕ ЗЕМЛЯ – ЛУНА

Предлагается способ решения уравнения пятой степени. Способ заключается в выполнении следующих действий: вычисление коэффициентов квадратного и кубического уравнений методом Ньютона для системы пяти уравнений; вычисление корней квадратного и кубического уравнений и идентификация их как корней исходного уравнения пятой степени. Описано компьютерное воплощение способа, который применён к вычислению корней многочлена Лагранжа пятой степени и к вычислению расстояний до точек либрации в системе Земля – Луна. С помощью расстояний до точек либрации получены расстояния от точек либрации до Земли.

Ключевые слова: алгебраическое уравнение, метод Ньютона, программа, система.

Одним из пяти стратегических проектов развития ТУСУРа является проект «Науки о Космосе и инжиниринг». Он нацелен, в частности, на обеспечение опережающего научно-технического задела за счёт развития фундаментальных методов исследования космического пространства и теории квантовой гравитации. Для обеспечения упомянутого задела выпускники ТУСУРа, очевидно, должны владеть некоторыми сведениями о точках либрации в двухточечных системах небесной механики. К таким сведениям относятся алгебраические уравнения по вычислению расстояний до точек либрации. Данная статья посвящена таким уравнениям, а потому может способствовать реализации упомянутого задела.

Потребность технических наук в алгебраическом уравнении общеизвестна. Анализ исследований по решению и использованию такого уравнения, опубликованных в последние годы, приводит к следующему выводу. Строятся новые способы решения алгебраического уравнения при повышенном внимании к уравнению четвёртой степени. Вывод подкрепляется следующими фактами

В [1] показан способ решения уравнения пятой степени путём представления его левой части в виде произведения многочленов второй и третьей степени. Он применён к вычислению расстояний до точек либрации L_1 , L_2 , L_3 в системах небесной механики.

В [2] предложено усовершенствование метода деления отрезка пополам для вычисления корней алгебраического и трансцендентного уравнений.

В [3] построено геометрическое место корней специфического алгебраического уравнения на комплексной плоскости.

В [4] рассмотрена разрешимость некоторых классов алгебраических уравнений в радикалах.

В [5] предложен способ решения алгебраического уравнения степени от 2 до 102. Способ использует метод Ньютона для системы второго порядка.

В [6] представлены способы решения уравнений шестой и пятой степени. Уравнение пятой степени сводится к решению вспомогательного уравнения шестой

степени. Решение уравнения пятой степени продемонстрировано на одном уравнении с числовыми коэффициентами.

В [7] при построении аналитического способа решения актуальной задачи технической механики успешно применён аналитический способ решения уравнения четвёртой степени.

В [8] предложены пять корней для любого алгебраического уравнения пятой степени, имеющего вещественные коэффициенты. Корни структурированы. Основой структуризации являются новые решения уравнений четвёртой степени. Применение предложенных корней к решению уравнения с числовыми коэффициентами не продемонстрировано.

В данной статье представлены результаты продолжения исследований, представленных в [1].

Материал из [1] затрагивает расчёты, связанные с небесными телами. В [1] способ исходит из применения системы пяти уравнений. Система связывает коэффициенты исходного уравнения с коэффициентами многочленов второй и третьей степени. Способ имеет три варианта. По одному из них способ применён к решению уравнения Лагранжа пятой степени [9, с. 144] и вычислению расстояний до точек либрации в системах небесной механики [10, с. 9]. Для одиннадцати таких систем вычислены расстояния до точек либрации L_1 , L_2 , L_3 .

Полученные в [1] расстояния до точек либрации – ввиду отсутствия их числовых значений в широко известной литературе [9,10] – нуждаются в проверке. Поэтому целью исследований, представленных в данной статье, была проверка полученных в [1] расстояний. Первой задачей исследований было построение нового способа решения уравнения пятой степени и использование его для расчёта расстояний до точек либрации в системе Земля – Луна.

Вторая задача – вычисление расстояний от точек либрации до Земли в системе Земля – Луна. Задачи были решены. В новом способе система пяти уравнений решается методом Ньютона для пяти уравнений. Способы исследований, представленных в данной ста-

ть, – изучение литературных источников, математические выкладки и компьютерный эксперимент.

Описание нового способа и воплощение его в компьютерные программы

Способ предназначен для вычисления корней уравнения вида

$$z^5 + a_4z^4 + \dots + a_0 = 0, \quad (1)$$

где a_4, \dots, a_0 – вещественные числа, $a_0 \neq 0$.

Он исходит из представления левой части уравнения (1) в виде произведения многочлена второй степени на многочлен третьей степени. Представлением является тождество

$$z^5 + a_4z^4 + \dots + a_0 \equiv (z^2 + b_1z + b_0) \times (z^3 + c_2z^2 + c_1z + c_0) \quad (2)$$

относительно z .

Коэффициенты левой и правой частей тождества (2) являются, соответственно, известными и неизвестными действительными числами. Все эти числа связаны системой

$$\begin{aligned} b_1 + c_2 - a_4 &= 0, \\ b_1c_2 + b_0 + c_1 - a_3 &= 0, \\ b_1c_1 + b_0c_2 + c_0a_2 &= 0, \\ b_1c_0 + b_0c_1 - a_1 &= 0, \\ b_0c_0 - a_0 &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Способ представляет выполнение следующих действий:

1) вычисление неизвестных чисел путём решения системы (3) методом Ньютона;

2) вычисление корней квадратного уравнения

$$z^2 + b_1z + b_0 = 0; \quad (4)$$

3) вычисление корней кубического уравнения

$$z^3 + c_2z^2 + c_1z + c_0 = 0; \quad (5)$$

4) идентификация корней уравнений (4) и (5) как корней уравнения (1).

Компьютерная программа воплощения первого действия способа имеет одномерные массивы m_1, \dots, m_5 вещественных чисел. Аргументами элементов массивов являются целые числа от 0 до 1000. Если аргументами будет число 0, то элементами массивов станут случайные числа из промежутка $[-3; 3]$, которые используются в качестве начальных приближений в методе Ньютона. В противном случае элементы массивов вычисляются итерационно. Работа этой программы начинается с получения начальных приближений.

Эта программа имеет 34 подпрограммы, являющиеся функциями. Функции формируют коэффициенты систем линейных алгебраических уравнений, решаемых по правилу Крамера в методе Ньютона. Четыре функции вычисляют значения определителей порядков 2, 3, 4, 5. Остальные функции вычисляют значения ве-

личин, являющихся левыми частями равенств (3). Они же вычисляют значения производных левых частей уравнений системы (3). Для удобства изложения способа неизвестным числам b_1, b_0, c_2, c_1, c_0 даются обозначения a, b, c, d, e . При этом система (3) принимает вид

$$\begin{aligned} f_1(a,b,c,d,e) &= 0, \\ f_2(a,b,c,d,e) &= 0, \\ f_3(a,b,c,d,e) &= 0, \\ f_4(a,b,c,d,e) &= 0, \\ f_5(a,b,c,d,e) &= 0. \end{aligned} \quad (6)$$

В ней

$$\begin{aligned} f_1(a,b,c,d,e) &= a + c - t4, \\ f_2(a,b,c,d,e) &= ac + b + d - t3, \\ f_3(a,b,c,d,e) &= ad + bc + e - t2, \\ f_4(a,b,c,d,e) &= ae + bd - t1, \\ f_5(a,b,c,d,e) &= be - t0. \end{aligned} \quad (7)$$

Для зависимостей (7) справедливы равенства $t4=a_4, t3=a_3, t2=a_2, t1=a_1, t0=a_0$.

Компьютерная программа воплощения первого действия способа имеет также две подпрограммы, являющиеся процедурами. Далее они называются первой и второй процедурой. Первая процедура имеет одну переменную величину p , принимающую целые неотрицательные значения. Она на итерационном шаге метода Ньютона решает по правилу Крамера систему линейных алгебраических уравнений. Во время её действия значениями аргументов функций f_1, \dots, f_5 и их производных являются элементы массивов m_1, \dots, m_5 , зависящие от значения величины p , причем элементы массивов m_1, \dots, m_5 используются для поиска значений величин a, b, c, d, e . Вторая процедура, имея одну переменную величину w , вычисляет значения левых частей уравнений системы (6) после выполнения итерационного шага (метода Ньютона) под номером 1000. Если после выполнения этого шага значение левой части каждого уравнения системы (6) равно нулю или если порядок этого значения меньше числа -19 , поиск решения системы (6) заканчивается. В противном случае начинается новое получение начальных приближений.

В компьютерной программе, воплощающей первое действие способа, сразу после получения начальных приближений начинается выполнение итерационных шагов метода Ньютона. При этом применяется оператор цикла. Переменной величиной цикла служит целочисленная величина n , принимающая значения от 1 до 1000. При выполнении одного шага действует первая процедура. Её переменная величина p имеет значение $(n - 1)$. После выполнения всех шагов действует вторая процедура. Значением её переменной величины

w служит последнее использованное значение величины n . Если результатом работы второй процедуры является окончание вычислений приближений, то последние полученные значения элементов массивов m_1 и m_2 идентифицируются как числа b_1 и b_0 , а последние полученные значения элементов массивов m_3, m_4, m_5 идентифицируются как числа c_2, c_1, c_0 .

Компьютерное воплощение второго и третьего действий способа происходит с помощью программ, которые решают уравнения четвёртой степени. Эти уравнения:

$$z^4 + b_1z^3 + b_0z^2 + 0 \cdot z + 0 = 0; \quad (8)$$

$$z^4 + c_2z^3 + c_1z^2 + c_0z + 0 = 0. \quad (9)$$

Компьютерное воплощение четвёртого действия способа заключается в объединении корней, полученных решением уравнений (8) и (9), и удалении из объединения корней, равных числу $0+0i$.

Применение способа в среде языка Turbo Pascal версии 7.1

Здесь используются имена файлов, завершивших разработку способа.

Применение начинается с запуска пакетного файла `5apz23.bat`. Он обеспечивает последовательную работу следующих вычисляющих файлов, условно называемых далее программами: `24apz23.exe` (первая программа), `aust1-45.exe` (вторая программа), `aust1-46.exe` (третья программа), `7apz23.exe` (четвёртая программа).

Первая программа позволяет пользователю ввести с клавиатуры коэффициенты уравнения пятой степени общего вида. Они выводятся во внешний файл `tt4.doc`. Введённые коэффициенты преобразуются в коэффициенты уравнения вида (1), и начинается реализация первого действия способа. Работа первой программы заканчивается выводом в два внешних файла. Во внешний файл `w1.doc` выводится пятёрка чисел: $1, b_1, b_0, 0, 0$. Во внешний файл `w2.doc` выводится пятёрка чисел $1, c_2, c_1, c_0, 0$.

Вторая программа считывает числа из файла `w1.doc` как коэффициенты уравнения четвёртой степени, затем начинается реализация второго действия способа. Работа второй программы заканчивается выводом во внешний файл `t1.doc` всех корней решённого уравнения степени 4.

Третья программа считывает числа с файла `w2.doc` как коэффициенты уравнения четвёртой степени, и начинается реализация третьего действия способа. Работа третьей программы заканчивается добавлением в файл `t1.doc` корней того уравнения четвёртой степени, которое решено третьей программой.

При работе четвёртой программы сначала формируются следующие строки: `'0.0000000000000000+`

`+0.0000000000000000i';`

`'0.0000000000000000-`

`-0.0000000000000000i';`

`'-0.0000000000000000+`

`+0.0000000000000000i';`

`'-0.0000000000000000-`

`-0.0000000000000000i'. \quad (10)`

Затем из файла `t1.doc` последовательно считываются строки. Если считанная строка не совпадает ни с одной из строк перечня (10), то она добавляется к строкам файла `tt4.doc`, в котором в результате оказываются все коэффициенты и корни заданного уравнения пятой степени.

При отладке программ пакетный файл обеспечивал работу пятой программы, позволяющей сравнить корни, вычисленные новым способом, с корнями, полученными способом из [5].

Пример 1. Требуется решить уравнение

$$z^5 - 5z^4 - 52z^3 - 260z^2 - 576z + 2880 = 0.$$

Результаты вычисления корней новым способом:

1) $2,094192722345983 +$

$+ 0,0000000000000000i;$

2) $- 4,861984872946633 -$

$- 0,0000000000000000i;$

3) $- 1,923193396833977 +$

$+ 4,544834336685593i;$

4) $- 1,923193396833977 -$

$- 4,544834336685593i;$

5) $11,614178944268605 +$

$+ 0,0000000000000000i.$

Результаты вычислений способом из [5]:

1) $- 4,861984872946640 -$

$- 0,0000000000000000i;$

2) $- 1,923193396833977 +$

$+ 4,544834336685589i;$

3) $- 1,923193396833977 -$

$- 4,544834336685589i;$

4) $2,094192722345989 +$

$+ 0,0000000000000000i;$

5) $11,614178944268605 -$

$- 0,0000000000000000i.$

Сравнение результатов приводит к следующему выводу: новый способ и способ из [5] с точностью 13 знаков после запятой в действительных и мнимых частях корней дают одни и те же числа.

Применение пакетного файла к решению большого числа уравнений пятой степени зафиксировало следующие факты:

1) если все корни исходного уравнения были равны между собой, то новый способ не работал (из-за обращения в нуль главного определителя системы линейных уравнений при выполнении некоторого итерационного шага метода Ньютона);

2) если новый способ работал, то он с точностью от 12 до 15 знаков после запятой в действительных и мнимых частях корней давал те же корни, что и способ из [5];

3) новый способ работает при вычислении корней уравнения Лагранжа пятой степени и при решении

уравнений, вычисляющих расстояния до точек либрации во всех двухточечных системах Солнечной системы, описанных в [10, с. 24].

Применение способа к решению уравнения Лагранжа пятой степени

Уравнением Лагранжа пятой степени является [9, с. 144]

$$(m_1 + m_2)z^5 + (3m_1 + 2m_2)z^4 + (3m_1 + m_2)z^3 - (m_2 + 3m_3)z^2 - (2m_2 + 3m_3)z - (m_2 + m_3) = 0.$$

В нём m_1, m_2, m_3 – массы материальных точек, расположенных на одной прямой, в относительных единицах измерения. Единственный положительный корень уравнения характеризует расположение материальных точек на прямой линии относительно друг друга. Решение уравнения пятой степени Лагранжа с помощью метода Ньютона приводится в примере 2.

Пример 2. Требуется решить уравнение Лагранжа пятой степени, если $m_1 = 100000, m_2 = 1000, m_3 = 1$.

Решение. Сначала преобразуем исходное уравнение к виду (1). Затем сформируем систему (6). Многократный запуск компьютерной программы, воплощающей решение системы (6), выявляет два варианта ответов при её решении. Использование каждого варианта при решении уравнений (8) и (9) аналитическим способом для уравнения четвёртой степени приводит к следующим корням исходного уравнения:

$$\begin{aligned} & -1,494493226916320 + \\ & + 0,864107456370916i; \\ & -1,494493226916320 - \\ & - 0,864107456370916i); \\ & -0,078697910140782 + \\ & + 0,122824569352285i; \\ & -0,078697910140782 - \\ & - 0,122824569352285i; \\ & 0,156283264213214 + \\ & + 0,000000000000000i. \end{aligned}$$

Они с точностью 14 знаков после запятой в действительных и мнимых частях не отличаются от корней из [1].

Применение способа к вычислению расстояний до точек либрации в системе Земля – Луна

В [10, с. 17] изложены сведения о точках либрации. Будем их использовать.

Известно, что на прямой, проходящей через те материальные точки S и J , которые двигаются по кеплеровским орбитам, расположены точки либрации L_1, L_2, L_3 [10, с. 20]. Пусть материальными точками S и J являются небесные тела с массами m_1 и m_2 . Пусть $m_1 \geq m_2$ и в фиксированный момент времени центр масс m_1 и m_2 находится на прямой между точками S и J . Тогда для описания расположения точек либрации относительно точек S и J применяют следующую систему координат

на прямой SJ : за начальную точку принимается центр масс, координатная ось направляется в сторону точки J . Координаты точек L_1, L_2, L_3 обладают свойствами, приводимыми ниже.

Координата точки L_1 меньше координаты точки J . Координата точки L_2 больше координаты точки J . Координата точки L_3 меньше координаты точки S .

Предполагается отсутствие возмущений, получаемых системой $S - J$ от других материальных точек. В результате оказываются выведенными уравнения пятой степени, положительными корнями которых являются расстояния до точек L_1, L_2, L_3 [10, с. 22]. В коэффициенты всех уравнений входит величина $\mu = m_2/(m_1 + m_2)$ [10, с. 11]. Уравнения приводятся ниже. В них величина ρ является расстоянием в относительных единицах измерения.

Расстояние ρ от точки J до точки L_1 является положительным корнем уравнения

$$\rho^5 - (3 - \mu)\rho^4 + (3 - 2\mu)\rho^3 - \mu\rho^2 + 2\mu\rho - \mu = 0. \quad (11)$$

Расстояние ρ от точки J до точки L_2 , является положительным корнем уравнения

$$\rho^5 - (3 - \mu)\rho^4 + (3 - 2\mu)\rho^3 - \mu\rho^2 - 2\mu\rho - \mu = 0. \quad (12)$$

Расстояние ρ от точки S до точки L_3 является положительным корнем уравнения

$$\rho^5 + (2 + \mu)\rho^4 + (2\mu + 1)\rho^3 + (\mu - 1)\rho^2 + 2(\mu - 1)\rho + \mu - 1 = 0. \quad (13)$$

Применение нового способа к вычислению расстояний до точек либрации сводится к нахождению корней уравнений (11)–(13) (после решения системы (6) методом Ньютона для системы пяти уравнений).

Пример 3. Требуется найти расстояние от Луны до точки L_1 в системе Земля – Луна.

Решение. В системе Земля – Луна материальными точками S и J являются Земля и Луна. Величина μ принимает значение 0,0121506683 [10, с. 24]. При определении расстояния от Луны до точки L_1 используем такое уравнение вида (1), в котором $a_4 = -(3 - \mu), a_3 = 3 - 2\mu, a_2 = -\mu, a_1 = 2\mu, a_0 = -\mu$.

Коэффициенты уравнения выводим в файл tt4.doc. Формируем систему (6) и решаем её с помощью компьютерной программы, реализующей метод Ньютона для системы пяти уравнений. Находим два варианта её решений. Берём следующий вариант:

$$\begin{aligned} a &= b_1 = -2,98922142925776; \\ b &= b_0 = 2,97573542320109; \\ c &= c_2 = 1,37209755775996 \cdot 10^{-3}; \\ d &= c_1 = 4,06474362160052 \cdot 10^{-3}; \\ e &= c_0 = -4,08324886858697 \cdot 10^{-3}. \end{aligned}$$

В первую колонку файла w1.doc выводим следующие числа:

$$1;$$

-2,98922142925776;
2,97573542320109;
0;
0.

В первую колонку файла w2.doc выводим следующие числа:

1;
1,37209755775996·10⁻³;
4,06474362160052·10⁻³;
-4,08324886858697·10⁻³;
0.

Считываем из файла w1.doc числа как коэффициенты уравнений четвёртой степени и решаем его. Полученные корни выводим в файл t1.doc. Считываем из файла w2.doc числа как коэффициенты уравнений четвёртой степени, решаем его. Полученные корни добавляем в файл t1.doc. Формируем систему (10). Из файла t1.doc считываем каждую строку. Если её нет среди строк перечня (10), выводим строку в файл tt4.doc. В этом файле оказываются коэффициенты и все корни уравнения (11) для системы Земля – Луна. Они представлены строками.

Корни, полученные новым способом:

1) 1,494610714628880+
+0,861321214714719i;
2) 1,494610714628880 –
– 0,861321214714719i;
3) – 0,076153355182279+
+0,145786708834632i;
4) – 0,076153355182279 –
– 0,145786708834632i;
5) 0,150934612806798+
+0,000000000000000i.

Корни, полученные способом из [1]:

1) – 0,076153355182279 –
– 0,145786708834632i;
2) – 0,076153355182279+
+0,145786708834632i;
3) 0,150934612806798+
+0,000000000000000i;
4) 1,494610714628880 –
– 0,861321214714718i;
5) 1,494610714628880+
+0,861321214714718i.

Корни, полученные способом из [1], совпадают с корнями, полученными новым способом, т.е. оба способа дают одно и то же расстояние от Луны до точки L₁. Оно равно 0,150934612806798.

Пример 4. Требуется найти расстояние от Луны до точки L₂.

Решение. Ищем корни такого уравнения вида (1), в котором

$$a_4 = 3 - \mu, a_3 = 3 - 2\mu, a_2 = -\mu, a_1 = -2\mu, a_0 = -\mu.$$

Решение уравнения приводит к следующим выводам.

Корни, полученные новым способом:

1) – 0,084602670222357+
+0,131042531851855i;
2) – 0,084602670222357 –
– 0,131042531851855i;
3) 1,493238571516952+
+0,863659499147947i;
4) 1,493238571516952 –
– 0,863659499147947i;
5) 0,167833151778614+
+0,000000000000000i.

Корни, полученные способом из [1]:

1) – 1,493238571516950+
+0,863659499147953i;
2) – 1,493238571516950 –
– 0,863659499147953i;
3) – 0,084602670222357 –
– 0,131042531851855i;
4) – 0,084602670222357+
+0,131042531851855i;
5) 0,167833151778614 –
– 0,000000000000000i.

Они совпадают с точностью 12 знаков после запятой в действительных и мнимых частях с корнями, найденными новым способом. При использовании обоих способов расстоянием от Луны до точки L₂ оказывается величина 0,167833151778614.

Пример 5. Требуется найти расстояние от Земли до точки L₃.

Решение. Решаем такое уравнение вида (1), в котором

$$a_4 = 2 + \mu, a_3 = 2\mu + 1, a_2 = \mu - 1, a_1 = 2\mu - 2, a_0 = \mu - 1.$$

Корни, полученные новым способом:

1) – 0,504049430059800 +
+ 0,858894282852643i;
2) – 0,504049430059800 –
– 0,858894282852643i;
3) – 0,998481910071496 +
+ 0,078713886617355i;
4) – 0,998481910071496 –
– 0,078713886617355i;
5) 0,992912011962592 +
+ 0,000000000000000i.

Корни, полученные способом из [1], почти не отличаются от корней, полученных новым способом. Расстояние от Земли до точки L₃ (величина 0,9929120119625920) подтверждается.

Вычисление расстояний от точек либрации до Земли в системе Земля – Луна

Расстояния до Земли от точек либрации L₁, L₂, L₃ в системе Земля – Луна приведены в [10, с. 24] и составляют 0,849065; 1,167833; 0,992912. Сопоставление этих чисел с действительными корнями, найденными

при решении примеров 3, 4 и 5, приводит к определению расстояний от точек либрации до Земли. Для вычисления этих расстояний выполняем следующие три действия. Первое число получаем округлением результата вычитания из числа 1 расстояния от Луны до точки L_1 . Второе число получаем округлением результата прибавления к числу 1 расстояния от Луны до точки L_2 . Третье число получаем округлением расстояния от Земли до точки L_3 . Результатом выполнения действий является вывод о том, что с помощью расстояний до точек либрации мы вычислили расстояния от точек либрации до Земли.

Выводы

Предложен способ решения алгебраического уравнения пятой степени с помощью метода Ньютона для системы пяти уравнений. Дано описание воплощения способа в компьютерные программы. Способ применён к уравнению Лагранжа пятой степени и для вычисления расстояний до точек либрации L_1, L_2, L_3 в системе Земля – Луна. Способ подтвердил полученные ранее расстояния до точек либрации. С помощью расстояний до точек либрации получены расстояния от точек либрации до Земли.

Литература

1. Несмеев Ю.А. Решение уравнения пятой степени разложением левой части на произведение многочленов второй и третьей степени // Вестн. Перм. ун-та. Математика. Механика. Информатика. 2017. Вып. 1(36). С. 21–28.
2. James Ugboh, Ita Esuabana. Marching Method: A New Numerical Method for Finding roots of Algebraic and Transcendental Equations // American Journal of Computational and Applied Mathematics. 2019. Vol. 9, N 1. P. 6–11.
3. Bykov V.I., Tsybenova S.B. Root Locus of Algebraic Equations // Sib. Fed. Univ. Math. Phys. 2020. Vol. 13, N 2. P. 141–150.
4. Жгиров В.С. О разрешимости некоторых классов алгебраических уравнений в радикалах: дис. ... магистра. Витебск: Витебский гос. ун-т им. П.М. Машерова. 2020. С. 63.
5. Несмеев Ю.А. Численное решение алгебраического уравнения с вещественными коэффициентами // Современное образование: повышение конкурентоспособности университетов: материалы междунар. науч.-метод. конф., 28–29 января 2021 г., Томск, Россия. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2021. В 2 ч. Ч. 1. С. 271–274.
6. Mohammed El Amine MONIR. Exact solutions of sixth and fifth degree equations // Journal of Advances in Mathematics and Computer Science. 2021. Vol. 36, N 12. P. 1–6.
7. Рабецкая О.И., Кудрявцев И.В., Митяев А.Е. Аналитический расчёт жёсткости балки для обеспечения первой собственной частоты колебаний и критической силы // Сибирский аэрокосмический журнал. 2022. Т. 23, № 4. С. 708–720.
8. Yassine Larbaoui. New Five Roots to Solve Quantic Equation in General Forms by Using Radical Expressions Along With New Theorems. Ithaca, New York Stat, USA: Cornell University Press, 2022. 17 p.
9. Рой А. Движения по орбитам. М.: Мир, 1981. 536 с.
10. Маркеев А.П. Точки либрации в небесной механике и космодинамике. М.: Гл. ред. физ.-мат. лит., 1978. 312 с.

Несмеев Юрий Алексеевич

Учитель математики, СОШ № 48, г. Воронеж, Воронежская область, тел.: (7-473) 2765074
e-mail: nes_ya@list.ru

Nesmeev Yu.A.

A Method for Solving the Equation for Calculating Distances to Libration Points in the Earth–Moon system

A method for solving the fifth-degree equation is presented. It consists of calculating the coefficients of quadratic and cubic equations by Newton's method for a system of five equations, calculating the roots of quadratic and cubic equations and their identification as the roots of the original fifth-degree equation. A computer embodiment of the method which is applied to the calculation of the roots of the Lagrange polynomial of the fifth degree and to the calculation of distances to libration points in the Earth–Moon system is described. With the use of the distances to the libration points, the distances from the libration points to the Earth are obtained.

Keywords: algebraic equation, Newton's method, program, system.

References

1. Nesmeev Yu.A. Reshenie uravneniya pyatoy stepeni razlozheniem levoj chasti na proizvedenie mnogochlenov vtoroj i tretej stepeni [Solution of the fifth-degree equation by expanding its left part into the product of quadratic and cubic polynomials]. Vestnik Permskogo universiteta. Matematika. Mekhanika [Bulletin of Perm University. Mathematics. Mechanics. Computers Sciences]. 2017;1(36):21-28. (In Russ.)
2. Ugboh James, Esuabana Ita. (2019) 'Marching Method: A New Numerical Method for Finding roots of Algebraic and Transcendental Equations', American Journal of Computational and Applied Mathematics, 9 (1), pp. 6-11.
3. Bykov V, Tsybenova S. (2020) 'Root Locus of Algebraic Equations', Siberian Federal University. Series Maths and Physics, 13 (2), pp.141–150.
4. Zhgirov VS. O razreshimosti nekotoryh klassov algebraicheskikh uravnenij v radikalakh [On the solvability of some classes of algebraic equations in radicals]. [Master's Dissertation]. Vitebsk; 2020. (In Russ.)
5. Nesmeev YuA. Chislennoe reshenie algebraicheskogo uravneniya s veshchestvennymi koefficientami [Numerical solution of the algebraic equation with real coefficients]. Sovremennoe obrazovanie: povyshenie konkurentosposobnosti universitetov. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii [Modern education: improving the competitiveness of universities. Materials of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2021;(1):271-274. (In Russ.)
6. Monir Mohammed El Amine. (2021) 'Exact solutions of sixth- and fifth-degree equations', Journal of Advances in Mathematics and Computer Science, 36(12), pp. 1-6.
7. Rabetskaja OI, Kudrjavitsev IV, Mitjaev AE. Analiticheskij raschyot zhyostkosti balki dlya obespecheniya pervoj sobstvennoj chastoty kolebanij i kriticheskoy sily [Beam support stiffness

analytic solution for the first eigenfrequency and critical force].
Sibirskij aerokosmicheskij zhurnal [Siberian Aerospace Journal].
2022;23(4):708-720. (In Russ.)

8. Larbaoui Yass. (2022) 'New Five Roots to Solve Quayic
Equation in General Forms by Using Radic al Expressions Along
with New Theorems',

Ithaca, New York Stat, USA: Cornell University Press, p.17.

9. A. Roy Dvizheniya po orbitam [Movement in orbits]. – М.:
Mir;1981. (In Russ.)

10. Markeev A.P. Tochki libracii v nebesnoj mehanike i
cosmodinamike [Libration points in celestial mechanics and
cosmodynamics]. М.: Main Editorial Office of physical and
mathematical literature; 1978. (In Russ.)

Yuri A. Nesmeev

Maths Teacher, SOSH 48, Voronezh, Voronezh region

Phone: +7 (473-2) 76-50-74

Email: nes_ya@list.ru

УДК 371.322.61

Н.Д. Хатьков

ФОРМИРОВАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ КУРСА «МЕТОД СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ — ДИАГНОСТИКА» С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Представлен процесс использования ИИ версии GPT-3.5 для формирования рабочей программы курса. Показаны различия в виде методических топологий между использованием технологий запросов в поисковых системах и взаимодействием с ИИ. Приведены тексты ответов ИИ по целям и компетенциям практического курса, а также их коррекция преподавателем. Разработанный учебный курс рекомендован к внедрению в учебный процесс центра подготовки кадров в области диагностики.

Ключевые слова: учебная программа, диагностика, цель курса, компетенции, искусственный интеллект.

Одним из результатов развития современных технологий является появление искусственного интеллекта (ИИ). С самого начала развития эта область технологий казалась далекой от практического применения в социальной жизни, настолько она была специфичной. Ранее чаще всего нейросети использовались в технических областях, где решались узкоспециализированные задачи. Однако впоследствии вследствие увеличения мощности вычислительных устройств, с помощью которых улучшился их процесс обучения, область использования ИИ существенно расширилась и он стал доступен широким массам [1].

Постановка задачи

Разработанный ИИ в настоящее время достаточно хорошо работает с текстовыми сообщениями [1]. Форма коммуникации с ним – чат. Этот формат общения является достаточно удобным для создания учебных методических материалов, в которых за основное содержание отвечает текст. В целом формирование рабочей программы курса является трудоемкой и нетривиальной задачей, поскольку требует от преподавателя значительных творческих усилий и, соответственно, временных затрат. Это хорошо видно на топологической схеме работы над методическими материалами (рис. 1).

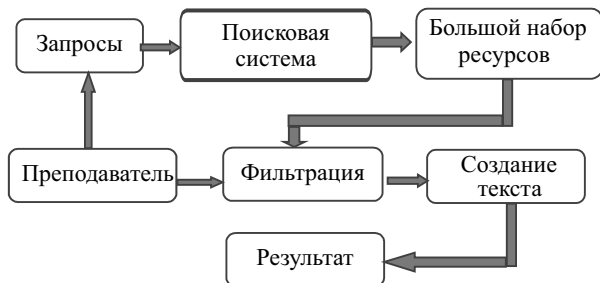


Рис. 1. Топологическая схема работы преподавателя с поисковыми и справочными системами

Сама рабочая программа обычно состоит из нескольких основных разделов: цель дисциплины, задачи дисциплины, планируемые результаты дисциплины

(компетенции), структура и содержание дисциплины и др. Разработка подобных разделов с помощью ИИ в учебной программе для нового курса, который ранее не использовался широко в учебном процессе, представляет определенный интерес. Он связан, прежде всего, с оценкой возможностей ИИ и приемов работы с ним в этой области. Оценку достоинств и недостатков данной технологии может дать практическая работа над конкретным курсом. Эту задачу рассмотрим на примере создания инновационного учебного курса «Метод свободных колебаний – диагностика», который практически нигде не встречается, общей трудоемкостью 64 ч для Аттестационного регионального центра специалистов неразрушающего контроля [2].

Формирование элементов учебного курса

Для начала формирования учебного курса, как и при решении любой задачи, необходимо иметь базовый набор исходных данных. Эти данные предоставил учебный центр [2]. Направление подготовки: 12.04.01 «Приборостроение», направленность (профиль)/специализация: «Акустические приборы на основе метода свободных колебаний». Уровень образования: профессиональная переподготовка. Виды учебной деятельности – лекционные занятия (Xч), практические занятия (X ч), лабораторные занятия (X ч), самостоятельная работа (X ч), общая трудоемкость, включая промежуточную аттестацию (64 ч.)

Здесь X означает неизвестное количество часов на эту форму проведения занятий. Известно только общее число часов на курс, которое указал центр обучения.

При взаимодействии с ИИ в самом начале сеанса необходимо определить его версию, поскольку имеются сообщения о его некорректной работе [3]. При работе в чате вводятся псевдонимы [1]: User – человек, Assistant – ИИ. Обычно он отвечает так:

User – Твоя версия сегодня?

Assistant – Моя версия GPT-3.5. Могу ли я вам чем-то помочь?

Начать формирование целей дисциплины можно следующим образом (вид диалога будет в дальнейшем аналогичным):

User – Мне нужны цели дисциплины: Метод свободных колебаний – диагностика.

Assistant:

Цели дисциплины «Метод свободных колебаний - диагностика» могут включать в себя следующие аспекты:

-Понимание основных принципов метода свободных колебаний в контексте диагностики.

-Овладение навыками анализа и интерпретации данных, полученных с использованием метода свободных колебаний.

-Развитие способности применять метод свободных колебаний для выявления дефектов, неисправностей или изменений в исследуемых объектах.

-Цели дисциплины "Метод свободных колебаний Исследование различных технических и научных приложений - диагностика метода": свободных колебаний в области.

-Освоение теоретических основ: диагностики.

-Повышение нав - Понимание работы с соответствующим при инструментами и оборудованием, используемыми при проведении диагностических исследований с помощью методов свободных колебаний.

-Способность проводить анализ результатов и рабатывать рекоманий в системах.

-Изучение методов математического анализа на основе данных, полученных при использовании этого метода.

-Осознание важности безопасности и соблюдение соответствующих норм и стандартов при работе с методом свободных колебаний.

-Подготовка к возможным практическим заданиям и задачам, связанным с диагностикой с использованием метода свободных колебаний.

-Эти цели помогут студентам развить компетенции и навыки, необходимые для успешной работы в области диагностики с использованием метода свободных колебаний. моделирования для анализа колебательных процессов.

-Приобретение практических навыков: Овладение методами измерения и анализа свободных колебаний в различных системах.

Как видно из предложенного ИИ текста, имеется достаточный объем текстовой информации для формирования этого раздела дисциплины. Имеются и грамматические ошибки (орфография сохранена), которые сделал ИИ. Творческая переработка предоставленного ИИ материала привела к следующему результату.

◆ Понимание основных принципов и методов исследования свободных колебаний в механических и электромеханических системах.

◆ Овладение навыками проведения экспериментов и анализа свободных колебаний в различных системах.

◆ Изучение методов диагностики и определения характеристик систем на основе свободных колебаний.

◆ Понимание взаимосвязи между свободными колебаниями и состоянием системы, включая оценку ее работы и возможные неисправности.

◆ Применение полученных знаний и навыков в практических задачах диагностики и ремонта систем с использованием метода свободных колебаний.

Изучение этой дисциплины позволяет специалистам получить глубокие знания о природе и свойствах свободных колебаний, а также научиться использовать данный метод для диагностики и определения состояния различных систем. Это может быть полезно во многих областях, таких как инженерия, машиностроение, строительство и др.

В результате подобного взаимодействия с ИИ общая топологическая схема подготовки методических материалов существенно меняется (рис. 2). В полученном ответе от ИИ присутствуют изначально практически все смысловые текстовые компоненты, которые преподавателю осталось отредактировать

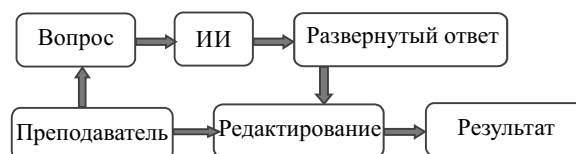


Рис. 2. Топологическая схема работы преподавателя с искусственным интеллектом

Одним из проблемных вопросов в рабочей программе являются компетенции и индикаторы их достижений, которые получит студент после учебного курса. По ним получены следующие ответы.

User:

Какие компетенции необходимы для учебного курса «Метод свободных колебаний – диагностика»?

Assistant:

Для учебного курса "Метод свободных колебаний – диагностика" студентам следует развивать следующие компетенции:

- Теоретические знания: Понимание основных принципов свободных колебаний, их математических моделей и теоретических основ метода диагностики.

- Экспериментальные навыки: Овладение методами измерения и анализа колебаний, а также умение работать с соответствующими инструментами и оборудованием.

- Аналитические навыки: Способность анализировать данные, полученные при использовании метода свободных колебаний, и извлекать из них диагностическую информацию.

- Моделирование: Умение строить математические модели для анализа колебательных процессов и прогнозирования результатов.

- Коммуникация: Навыки эффективной коммуникации и представления результатов диагностики как устно, так и письменно.

- Соблюдение норм и стандартов: Понимание и соблюдение соответствующих нормативов и стандартов безопасности при работе с методом свободных колебаний.

- Проблемное мышление: Способность выявлять проблемы и искать решения в задачах диагностики с использованием метода свободных колебаний.

- Практические навыки: Умение проводить диагностику различных систем и объектов с применением метода свободных колебаний.

- Самоорганизация: Умение планировать и организовывать работу при проведении диагностических исследований.

- Критическое мышление: Способность анализировать результаты и выводы, выявлять ошибки и неточности в процессе диагностики.

Assistant:

Эти компетенции помогут студентам успешно освоить учебный курс «Метод свободных колебаний – диагностика» и применить полученные знания и навыки в практической деятельности.

User:

Какие индикаторы достижений необходимы для учебного курса «Метод свободных колебаний – диагностика»?

Assistant:

Для учебного курса «Метод свободных колебаний – диагностика» возможны следующие индикаторы достижений:

- Понимание теоретических основ: Студенты могут продемонстрировать свои знания о теоретических основах метода свободных колебаний и его роли в диагностике.

- Навыки экспериментальной работы: Способность студентов проводить эксперименты, снимать данные и анализировать результаты.

- Аналитические навыки: Студенты могут представить анализ данных, полученных при диагностике с использованием метода свободных колебаний, и сделать выводы на основе этого анализа.

- Работа с оборудованием: Способность работать с инструментами и оборудованием, используемыми при проведении диагностических исследований с использованием метода свободных колебаний.

- Коммуникация: Студенты могут успешно представлять результаты диагностики как устно, так и письменно, объяснять свои выводы и рекомендации.

- Соблюдение стандартов: Демонстрация знаний и соблюдение норм и стандартов безопасности при работе с методом свободных колебаний.

- Практические навыки: Студенты могут успешно проводить диагностику различных систем и объектов с применением метода свободных колебаний.

- Самостоятельность: Способность планировать и организовывать работу при проведении диагностических исследований.

- Критическое мышление: Студенты могут анализировать результаты и выводы, выявлять ошибки и неточности в процессе диагностики.

- Решение практических задач: Способность применять полученные знания и навыки для решения конкретных диагностических задач.

Assistant:

Эти индикаторы достижений помогут оценить уровень подготовки студентов в рамках учебного курса «Метод свободных колебаний – диагностика».

Далее логично было задать вопрос о содержании подготавливаемой дисциплины, на который был получен следующий ответ.

Assistant:

Для дисциплины «Метод свободных колебаний – диагностика» студенты изучают основные теоретические и практические аспекты свободных колебаний в различных системах для диагностики и анализа их состояния.

Содержание дисциплины может включать следующие темы:

1. Основные понятия и термины в области свободных колебаний и диагностики.

2. Математическое моделирование свободных колебаний.

3. Различные типы колебательных систем и их характеристики.

4. Линейные и нелинейные приближения при анализе свободных колебаний.

5. Методы физической диагностики на основе свободных колебаний.

6. Разработка и применение методов диагностики на основе свободных колебаний в различных областях, таких как машиностроение, электроника, строительство и т. д.

7. Анализ результатов диагностики и оценка состояния системы на основе измерений свободных колебаний.

8. Статистические методы и моделирование при анализе свободных колебаний.

9. Практическое применение методов свободных колебаний в работе с техническими системами.

10. Разработка и применение специализированных инструментов и программного обеспечения для анализа свободных колебаний.

Assistant:

Студентам предоставляются лекции, практические занятия, лабораторные работы, а также задачи и проекты для самостоятельного изучения и применения полученных знаний и навыков.

Из полученного ответа видно, что здесь практически полностью отражена требуемая база знаний для изучения дисциплины. В связи с ограниченным объемом публикации остальные части чата по рабочей программе не представлены. Можно заметить, что в

дальнейшем рекомендации по количеству и объему часов по видам занятий ИИ дал вполне квалифицированно. Однако в области получения списка по литературе к дисциплине выявился недостаток – ни одна ссылка не была действительной, но представлены они были весьма убедительно. Здесь потребовалась основательная проверка, используя работу по схеме на рис. 2. Подобное несоответствие встречается достаточно часто у программистов, использующих ИИ для написания текстов программ [5].

Заключение

Использование ИИ для создания рабочей программы курса показало, что его применение оказывается возможным и в области образования. Практика работы подтвердила, что процесс взаимодействия с информационными системами существенно изменился в сторону улучшения, но одновременно с этим потребовал наличия проверки на адекватность предоставляемых данных как на основе субъективных знаний, так и при использовании справочных систем. Подготовленная рабочая программа курса предполагается к внедрению в [2].

Благодарности

Работа выполнена при технической и организационной поддержке ООО «Интеграл-Сох».

Это позволило использовать современное оборудование для разработки лабораторных и практических работ учебного курса.

Литература

1. Нейросеть Chat GPT на русском. URL: <https://gpt-chatbot.ru/> (дата обращения: 3.11.2023).
2. Аттестационный региональный центр специалистов неразрушающего контроля: [сайт]. URL: <https://арцнк.рф/> (дата обращения: 4.09.2023).
3. ChatGPT резко «отупел». После недавнего обновления языковая модель GPT-4 в некоторых случаях почти никогда не даёт правильный ответ. URL: <https://www.ixbt.com/news/2023/07/19/chatgpt-gpt-4.html> (дата обращения: 3.11.2023).
4. Chat GPT в помощь программисту. URL: https://teletype.in/@blind_dev/Chat-GPT-v-pomoshch-programmistu-03-04 (дата обращения: 3.11.2023).
5. ООО «ИНТЕГРАЛ-СОХ» – инновационная платформа для неразрушающего контроля. URL: <http://integralsoh.ru/> (дата обращения: 3.11.2023).

Хатков Николай Данилович

Канд. техн. наук, доцент, доцент каф. сверхвысоких частот и квантовой радиотехники (СВЧКР) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т, д.40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID 0000-0003-0999-5246
Тел.: +7 (3822) 41-33-65
Эл. почта: sydney@t-sk.ru

Khatkov N.D.

Formation of Curriculum for 'Free Oscillation Method — Diagnostics' Course by means of Artificial Intelligence

The process of using Artificial Intelligence (AI) in its GPT-3.5 version for the formation of course curriculum is presented. The differences in the form of methodological topologies between the use of query technologies in search engines and interaction with AI are shown. The texts of AI responses on the goals and competencies of the practical course, as well as their correction by the teacher, are given. The developed training course is recommended for implementation in the educational process of the training center in the field of diagnostics.

Keywords: curriculum, diagnostics, course objective, competencies, artificial intelligence.

References

1. Nejroset' Chat GPT na russkom [Chat GPT neural network in Russian]. Available from: <https://gpt-chatbot.ru/> [Accessed: 03 October 2023]. (In Russ.)
2. Attestacionnyj regional'nyj centr specialistov nerazrushayushchego kontrolya [Certification Regional Center for Non-destructive Testing Specialists]. Available from: <https://арцнк.рф/> [Accessed: 04 September 2023]. (In Russ.)
3. ChatGPT rezko «otupel». Posle nedavnego obnovleniya yazykovaya model' GPT-4 v nekotoryh sluchayah pochti nikogda ne dayot pravil'nyj otvet [ChatGPT is abruptly 'stupidified'. After a recent update, the GPT-4 language model almost never gives the correct answer in some cases]. Available from: <https://www.ixbt.com/news/2023/07/19/chatgpt-gpt-4.html> [Accessed: 03 October 2023]. (In Russ.)
4. Chat GPT v pomoshch' programmistu [Chat GPT to help the programmer]. Available from: https://teletype.in/@blind_dev/Chat-GPT-v-pomoshch-programmistu-03-04 [Accessed: 03 October 2023]. (In Russ.)
5. ООО «ИНТЕГРАЛ-СОХ» – innovacionnaya platforma dlya nerazrushayushchego kontrolya [INTEGRAL-SOKH LLC is an innovative platform for non-destructive testing]. Available from: <http://integralsoh.ru/> [Accessed: 03 October 2023]. (In Russ.)

Nikolay D. Khatkov

Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor, Department of Microwave and Quantum Radio Engineering, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics 40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0003-0999-5246
Phone: +7 (382-2) 41-33-65
Email: sydney@t-sk.ru

УДК 378.147

О.О. Герасимова, С.А. Карауш, Е.А. Герасимова

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ» МАГИСТРАНТАМИ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 20.04.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Представлен опыт организации самостоятельной работы магистрантов. Рассмотрены основные направления самостоятельного изучения дисциплины «Анализ и оценка надежности технических объектов». Приведены рекомендации и примеры заданий для самостоятельного выполнения.

Ключевые слова: самостоятельная работа, преподаватель, магистрант, дисциплина, контрольные вопросы, надежность, технический объект.

Особенности современного производства требуют от выпускников высших учебных заведений всех направлений и специальностей готовности активно повышать самостоятельную образовательную деятельность.

Реализация и рост личностного потенциала специалистов различных профессиональных сфер напрямую зависит от потребности к постоянному самообучению и получению новых знаний.

Вопросам современных тенденций в организации обучения в технических вузах уделено внимание во многих научных работах [1-12].

Авторы статьи решили поделиться опытом организации самостоятельного изучения дисциплины «Анализ и оценка надежности технических объектов» магистрантами направления подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность». Эту дисциплину магистранты изучают на кафедре «Охрана труда и окружающей среды» в Томском государственном архитектурно-строительном университете.

Самостоятельное изучение дисциплины включает в себя два основных направления:

- ◆ самостоятельная познавательная деятельность, управляемая преподавателем;

- ◆ самостоятельная работа, осуществляемая без непосредственного вмешательства преподавателя, но курируемая им при помощи системы электронного обучения.

Для совершенствования умений и навыков самостоятельной работы магистрантов специально разработаны методические указания и рекомендации преподавателя, имеется наличие учебно-методических материалов. Выстроена система мотивации магистрантов с установленными сроками отчетности о выполненной работе, проводятся консультации, оцениваются результаты индивидуальной работы.

Самостоятельная работа магистрантов постепенно усложняется, при этом увеличивается ее трудоемкость.

Самостоятельное изучение дисциплины магистрантами способствует:

- постановке познавательных задач;
- выбору оптимальных способов их решения;
- выполнению самоконтроля правильности решения;
- совершенствованию навыков реализации.

Обязательным условием приобретения знаний магистрантами является систематическая работа над изучением материалов дисциплины и контроль выполнения со стороны преподавателя.

Для самостоятельной работы магистрантов, изучающих дисциплину «Анализ и оценка надежности технических объектов», разработаны методические указания, которые включают:

- программу дисциплины;
- вопросы, позволяющие осуществить самопроверку каждой изученной темы;
- основную и дополнительную литературу.

Изучение дисциплины магистрантами способствует приобретению знаний, необходимых в дальнейшей практической деятельности на производстве для осуществления мероприятий по проведению анализа и оценки надежности технических объектов.

В процессе самостоятельной работы магистранты приобретают умение работать не только с учебной литературой, но и с нормативными и законодательными документами.

Вопросы для самопроверки разделены следующим образом:

- часть вопросов подразумевает краткий ответ;
- на другую часть вопросов необходим развернутый обоснованный ответ с примерами и пояснениями.

Особое внимание при самостоятельном изучении дисциплины уделено теоретическим и практическим подходам к обеспечению надежности технических объектов. Здесь важность представляют:

- создание математических моделей функционирующих объектов;
- выявление причин параметрических и функциональных отказов отдельных элементов или блоков технических объектов;

- анализ и прогнозирование аварийных ситуаций при эксплуатации технических объектов;

- оценка показателей надежности технических объектов;

- разработка мероприятий по обеспечению надежности и безопасности технических объектов;

- прогнозирование методов сохранения надежности в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

Самостоятельная работа магистрантов включает в себя работу с конспектами лекций. При его составлении желательно оставлять свободные места, например поля, на которых можно делать необходимые пометки.

Эффективность самостоятельной работы магистрантов по дисциплине зависит и от правильно организованной работы с литературой. Такую литературу и необходимые комментарии к каждому источнику преподаватель рекомендует магистрантам в начале изучения дисциплины. Кроме того, список основной и дополнительной литературы преподаватель размещает в курсе дисциплины в системе электронного обучения.

На сегодняшний день выполнить анализ и оценку надежности технических объектов на всех жизненных циклах их существования (от этапа проектирования, создания и в дальнейшем при их эксплуатации) и создать условия для надежной, а значит и безопасной, эксплуатации таких объектов невозможно без знания современных законодательных и нормативных документов.

Решение упомянутых выше проблем нашло отражение при разработке авторами задания для самостоятельной работы магистрантов. По мнению авторов статьи, стоит рассмотреть подробнее, в чем именно заключается задание и особенности его выполнения.

Магистрантам предложено самостоятельно выполнить анализ и оценку надежности технического объекта. При этом в задании к работе прописано, что технический объект должен соответствовать специфике предприятия, являющегося базовым при прохождении производственных практик, научно-исследовательских работ, а в дальнейшем и при работе над выпускной квалификационной работой магистранта (магистерской диссертации).

Самостоятельная работа включает следующие разделы.

1. Актуальность выбранного объекта исследования: проведение обоснования важности и необходимости обеспечения надежности выбранного технического объекта.

2. Анализ надежности технического объекта: выявление отказов исследуемого технического объекта, установление причин возникновения отказов, которые могут привести к аварии, чрезвычайной ситуации.

3. Оценка надежности технического объекта: выполнение расчетов показателей надежности; проведение оценки последствий отказов, а также вероятности и тяжести этих последствий.

Оценку последствий отказов, вероятности и тяжести их последствий необходимо выполнить для каждой из категорий, отражающих возможность нанесения ущерба от отказа (аварийного отказа).

К таким категориям относятся:

- работающий на техническом объекте персонал;

- проживающее недалеко от технического объекта население;

- воздействие на окружающую среду;

- воздействие на оборудование, здания и сооружения самого объекта и ближайшие населенные пункты.

4. Разработка мероприятий, направленных на повышение надежности технического объекта: реализация современных методов повышения надежности технического объекта; применение организационных и технических решений по обеспечению его надежности.

Таким образом, каждый магистрант выполняет абсолютно индивидуальное задание, исследуя свой выбранный технический объект.

Кроме того, при исследовании технического объекта и выполнении соответствующих заданию разделов магистранту необходимо провести обзор источников литературы, а особенно важно – выборку и обзор действующих нормативных и законодательных документов.

Данную самостоятельную работу магистрант осуществляет без непосредственного вмешательства преподавателя.

Преподаватель в основном курирует выполнение работы в системе электронного обучения и оценивает результаты индивидуальной работы каждого магистранта.

В то же время магистрант может получить необходимую консультацию у преподавателя. При этом преподаватель не должен назидательно убеждать магистранта в правильности лишь его точки зрения на предложенный вопрос, а лишь рекомендовать магистранту обратить внимание на тот или иной нюанс, либо неточность, или недостаточность, имеющую место при исследовании технического объекта.

Окончательные инженерные решения магистрант принимает самостоятельно.

Преподаватель устанавливает срок выполнения самостоятельной работы. Магистрантам, не выполнившим в установленный срок требуемое задание без уважительной причины, выставляется оценка «неудовлетворительно».

Авторы статьи считают, что применяемая организация изучения упомянутой дисциплины является основой самостоятельной научно-исследовательской деятельности, развивает интерес к новым знаниям, инициативным предложениям и принятиям решений. Ведь именно такими качествами должны обладать современные специалисты в сфере техносферной безопасности, повышая уровень надежности и безопасности технических объектов.

Литература

1. Арцемович Н.Н., Нариманова Г.Н. Современное состояние и перспективы инновационного развития Томской области // *Инновации*. 2019. № 12. С. 69–77.
2. Сенченко П.В., Шелупанова П.А., Сидоров А.А. Практико-ориентированный подход – основа успешной подготовки инженера будущего // *Современные тенденции развития непрерывного образования: вызовы цифровой экономики: материалы междунар. науч.-метод. конф.* Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2020. С. 17–19.
3. Герасимова О.О., Герасимова Е.А. Современные тенденции развития инженерного образования // *Современное образование: развитие технологий и содержания высшего профессионального образования как условие повышения качества подготовки выпускников: материалы междунар. науч.-метод. конф.* Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2017. С. 61 – 62.
4. Буравлева Н.А., Богомаз С.А. Готовность студентов технических вузов к инновационной деятельности // *Рос. психол. журн.* 2020. Т. 17, № 3. С. 30–43.
5. Вадова Л.Ю. Система взаимодействия вуза и работодателей в подготовке будущих специалистов // *Междунар. журн. прикладных и фундаментальных исследований*. 2016. № 5-2. С. 311–315.
6. The culture of professional self-realization as a fundamental factor of students internet communication in the modern educational environment of higher education / М. Odinskaya, Т. Krepkaia, О. Sheredekina, М. Bernavskaya // *Education Sciences*. 2019. Vol. 9, N 3. P. 187.
7. Исакова А.И., Исаков А.М. Трудоустройство выпускников вуза как критерий качества подготовки специалистов // *Современные тенденции развития непрерывного образования: вызовы цифровой экономики: материалы междунар. науч.-метод. конф.* Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2020. С. 153–154.
8. Герасимова О.О., Герасимова Е.А. Особенности организации выполнения курсового проекта по дисциплине «Производственная безопасность» на основе единства знаний и деятельности // *Современное образование: повышение профессиональной компетентности преподавателей вуза – гарантия обеспечения качества образования: материалы междунар. науч.-метод. конф.* Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2018. С. 238 – 239.
9. Биринова Н.А., Яхина Р.Ж. Адаптивная система обучения как основа личноно ориентированного обучения // *Прорывные научные исследования как двигатель науки: материалы междунар. науч.-практ. конф.* 2015. С. 275–276.
10. Герасимова О.О., Герасимова Е.А. Особенности организации курсового проектирования по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск» // *Современные тенденции развития непрерывного образования: вызовы цифровой экономики: материалы междунар. науч.-метод. конф.* Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2020. С. 114 – 115.
11. Девдариани Н.В. Эффективная организация обучения на основе активных методов // *Регион. вестн.* 2020. № 7 (46). С. 55–56.
12. Карауш С.А., Герасимова О.О., Герасимова Е.А. Особенности организации производственной практики при подготовке квалифицированных кадров по охране труда // *Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти: материалы междунар. науч.-метод. конф.*

Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2022. С. 179 – 182.

Герасимова Ольга Олеговна

Канд. техн. наук, доцент, доцент каф. охраны труда и окружающей среды (ОТиОС) Томского государственного архитектурно-строительного университета (ТГАСУ)
Соляная пл. 2, г. Томск, Россия, 634003
Тел.: (3822) 66-01-45
Эл. почта: Ologeras@mail.ru

Карауш Сергей Андреевич

Д-р техн. наук, профессор, профессор каф. охраны труда и окружающей среды (ОТиОС) Томского государственного архитектурно-строительного университета (ТГАСУ)
Соляная пл. 2, г. Томск, Россия, 634003
Тел.: (3822) 66-01-45
Эл. почта: karaush@tsuab.ru

Герасимова Елена Алексеевна

Ст. преподаватель каф. охраны труда и окружающей среды (ОТиОС) Томского государственного архитектурно-строительного университета (ТГАСУ)
Соляная пл. 2, г. Томск, Россия, 634003
Тел.: (3822) 66-01-45
Эл. почта: Alekceikovna@mail.ru

Gerasimova O.O., Karaush S.A., Gerasimova E.A.

Features of Organizing Self-Study Work for the Subject ‘Analysis and Assessment of Reliability of Technical Facilities’ within the educational program 20.04.01 ‘Techno-sphere Safety’

The experience of organizing self-study work for master students and its key directions within the subject ‘Analysis and Assessment of Reliability of Technical Facilities’ are considered. Some recommendations and examples for doing the tasks are presented.

Keywords: independent work, lecturer, master student, discipline, control questions, reliability, technical object.

References

1. Artsemovich NN, Narimanov GN. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy innovacionnogo razvitiya Tomskoj oblasti [Current state and prospects of innovative development of the Tomsk region]. *Innovacii [Innovations]*. 2019; 12:69-77. (In Russ.)
2. Senchenko PV, Shelupanova PA, Sidorov AA. Praktikoorientirovannyi podkhod – osnova uspeshnoi podgotovki inzhenera budushchego [Practice-oriented approach as the basis for successful training of an engineer of the future]. *Sovremen-nye tendentsii razvitiya nepreryvnogo obrazovaniya: vyzovy tsifrovoi ekonomiki. Materialy mezhdunarodnoi nauchnometodicheskoi konferentsii [Current tendencies in ongoing education development: challenges of digital economy. Proc. of the international scientific and methodological conference]*. Tomsk. TUSUR. 2020:17–19. (In Russ.)
3. Gerasimova OO, Gerasimova EA. Sovremennye tendentsii razvitiya ingenernogo obrazovaniya [Modern trends in the development of engineering education]. *Sovremennoe*

obra-zovanie: razvitiye tekhnologiy i sodержaniy vysshego professionalnogo obrazovaniya kak yslovie povysheniye kachestva podgotovki vypusknikov. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-metodisheskoi konferentsii [Modern education: development of technologies and content of higher professional education as a condition for improving the quality of training of graduates. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2017:61–62. (In Russ.)

4. Buravleva NA., Bogomaz SA. Gotovnost' studentov tekhnicheskikh vuzov k innovacionnoj deyatel'nosti [Readiness for innovative activities among students of technical universities]. Rossijskij psihologicheskij zhurnal [Russian Psychological Journal]. 2020;17(3):30–43. (In Russ.)

5. Vadova LYu. Sistema vzaimodejstviya vuza i rabotodatelej v podgotovke budushchih specialistov [System of interaction between the University and employers in the training of future specialists]. Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovaniy [International journal of applied and fundamental research]. 2016;(5-2):311–315. (In Russ.)

6. Odinskaya M, Krepkaya T, Sheredkina O, Bernavskaya M. (2019) The culture of professional self-realization as a fundamental factor of students' internet communication in the modern educational environment of higher education', Education Sciences, 9 (3), p. 187.

7. Isakova AI, Isakov AM. Trudoustrojstvo vypusknikov vuza kak kriterij kachestva podgotovki specialistov [Employment of University graduates as a criterion for the quality of training]. Sovremennye tendentsii razvitiya nepreryvnogo obrazovaniya: vyzovy cifrovoj ekonomiki [Current trends in the development of continuing education: challenges of the digital economy. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2020:153–154 (In Russ.)

8. Gerasimova OO, Gerasimova EA. Osobennosti organizatsii vypolneniya kursovogo proekta po discipline «Proizvodstvennaya bezopasnost'» na osnove edinstva znanij i deyatel'nosti [Features of the organization of the implementation of the course project in the discipline «Production safety» based on the unity of knowledge and activities]. Sovremennoe obrazovanie: povysheniye professionalnoy kompetentsii prepodavatelei vyza – garantiy obespecheniy kachestva obrazovaniy. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-metodisheskoi konferentsii [Modern education: increasing the professional competence of university teachers is a guarantee of ensuring the quality of education. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2018:238–239. (In Russ.)

9. Birinova NA, Yakhina RZh. Adaptivnaya sistema obucheniya kak osnova lichnostno orientirovannogo obucheniya [Adaptive learning system as the basis of student-centered learning]. Proryvnye nauchnye issledovaniya kak dvigatel nauki. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Breakthrough scientific research as the engine of science.

Proc. of the VII International scientific-practical conference]. 2015:275–276. (In Russ.)

10. Gerasimova OO, Gerasimova EA. Osobennosti organizatsii kursovogo proektirovaniya po discipline «Nadezhnost' tekhnicheskikh sistem i tekhnogennyj risk» [Features of the organization of course design in the discipline «Reliability of technical systems and technogenic risk»]. Sovremennye tendentsii razvitiya nepreryvnogo obrazovaniya: vyzovy tsyfrovoy ekonomiki. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-metodisheskoi konferentsii [Modern trends in the development of lifelong education: challenges of the digital economy. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2020:114–115. (In Russ.)

11. Devdariani NV. Effektivnaya organizatsiya obucheniya na osnove aktivnykh metodov [Effective organization of learning based on active methods] Regional'nyj Vestnik [Regional Bulletin]. 2020;7(46):55–56. (In Russ.)

12. Karaush SA, Gerasimova OO, Gerasimova EA. Osobennosti organizatsii proizvodstvennoi praktiki pri podgotovke kvalifitsirovannykh kadrov po ohrane truda [Features of the organization of production practice in the training of qualified personnel in labor protection]. Sovremennoe obrazovanie: integratsiy obrazovaniy, nauki, biznesa i vlasti. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-metodisheskoi konferentsii [Modern education: integration of education, science, business and government. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2022:179–182. (In Russ.)

Olga O. Gerasimova

Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor, Department of Labor Protection and Environment, Tomsk State University of Architecture and Building
2, Solyanaya sq, Tomsk, 634003
Phone: (382-2) 66-01-45
Email: Ologeras@mail.ru

Sergey A. Karaush

Doctor of Engineering Sciences, professor Department of Labor Protection and Environment, Tomsk State University of Architecture and Building
2, Solyanaya sq, Tomsk, 634003
Phone: (382-2) 66-01-45
Email: karaush@tsuab.ru

Elena A. Gerasimova

Senior Lecturer, Department of Labor Protection and Environment, Tomsk State University of Architecture and Building
2, Solyanaya sq, Tomsk, 634003
Phone: (382-2) 66-01-45
Email: Alekceikovna@mail.ru

УДК 004.436.2

Е.Ф. Певцов, В.В. Вахин, И.Е. Сторожев

РАЗРАБОТКА КОНТРОЛЛЕРОВ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ НА ПЛИС В ПРОГРАММАХ ОБУЧЕНИЯ РТУ МИРЭА

Проанализированы проблемы кадрового дефицита и недостатка квалификации выпускников, претендующих на трудоустройство в области электронной промышленности. Представлена практико-ориентированная методика подготовки, основанная на разработке контроллеров последовательных интерфейсов на интегральных схемах с программируемой логикой (ПЛИС). Соответствующая часть программы обучения включает в себя изучение технической документации, проектирование и верификацию цифровых устройств, отладку на ПЛИС с помощью логического анализатора. Цель такой модели обучения – подготовить конкурентоспособные кадры, обладающие необходимыми практическими умениями и компетенциями.

Ключевые слова: ПЛИС, последовательные интерфейсы, проектирование, методики обучения.

Введение

Одной из быстро развивающихся областей цифровой электроники являются программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС). Первые научные публикации по тематике проектирования цифровых устройств на ПЛИС датируются началом девяностых годов, а в настоящее время число статей об архитектуре ПЛИС и их применениях, опубликованных в двух ведущих научных базах данных Scopus и Clarivate Web of Science, превышает сто тысяч. Темы публикаций охватывают практически все области электроники, в частности коммуникационные интерфейсы, сетевые технологии, компьютерная безопасность, криптографические технологии, машинное обучение, цифровая обработка сигналов, обработка изображений и видео, большие данные, компьютерные алгоритмы (см., например, [1–10]). Число приложений, использующих ПЛИС, продолжает расти, они все больше проникают в область встраиваемых систем управления, а зачастую являются наиболее функциональными и подходящими решениями все более сложных задач, и по мере роста производительности управляемых систем успешно конкурируют с микроконтроллерами.

Индустрия проектирования микросхем FPGA ориентирована на разработку устройств с низким энергопотреблением в связи с широким распространением устройств, требующих максимальной скорости и минимальных энергозатрат. В данный момент наблюдается экспоненциальный рост спроса на центры обработки данных, искусственный интеллект и машинное обучение на предприятиях, в государственных и образовательных учреждениях. Ожидается, что объем рынка программируемых вентиляльных матриц (FPGA) вырастет с 7,60 млрд долл. в 2023 году до 12,29 млрд долл. к 2028 году с темпом роста 10,10% в течение данного периода (рис. 1) [11]. Таким образом, рынок ПЛИС и смежные с ним рынки технологий и систем, в которых могут применяться ПЛИС, бурно развиваются

и рост продолжится в обозримом будущем, что является одним из обоснований актуальности представленной работы.

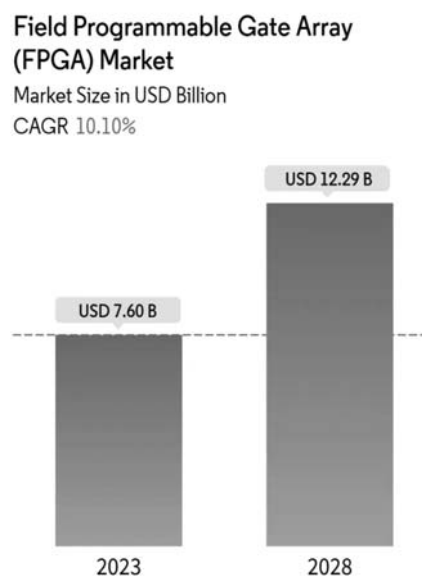


Рис. 1. Размер рынка программируемых вентиляльных матриц

С точки зрения схемотехники ПЛИС представляют собой матрицу реконфигурируемых логических блоков, в частности современные ПЛИС, основными производителями которых сегодня являются компании AMD [12] и Intel [13]. Современные ПЛИС представляют собой системы на кристалле, содержат десятки миллионов логических вентилялей, а также специализированные блоки умножителей, высокоскоростных устройств ввода/вывода, процессоров и банки ОЗУ, ЦАП, АЦП. С использованием специальных систем автоматизированного проектирования разработчик может реализовать свой проект на таких языках описания аппаратуры, как Verilog и VHDL, синтезировать прин-

ципиальную схему, имплементировать ее в базис технологической библиотеки встроенных модулей, затем загрузить в интегральную схему ПЛИС. Главное отличие и преимущество таких конфигурируемых систем по сравнению с программными решениями заключаются в параллельном режиме выполнения инструкций аппаратными блоками вместо последовательного, реализуемого в микропроцессорных системах [14, 15].

Постановка задачи

Вместе с ростом применения ПЛИС в различных сферах стремительно растет потребность в специалистах, способных на практике разрабатывать цифровые схемы на их основе. Данная работа ставит своей целью продемонстрировать практико-ориентированную модель обучения инженеров в области проектирования последовательных интерфейсов для устройств в ПЛИС.

На данный момент узким местом российской микроэлектроники является не объем инвестиций. По данным, представленным в [16], на разработку и освоение различных технологий на отечественных мощностях средства выделялись не один раз, но результаты НИОКР не закончились выпуском продукции. Утверждается, что основной проблемой является не объем инвестиций, а отсутствие инженерных и управленческих компетенций в достаточном количестве. Строительство новых фабрик не сможет решить существующую проблему: не имея достаточного количества специалистов, не получится запустить производства на достаточно высоком уровне и выпускать качественную продукцию. Ситуация с кадровым обеспечением электронной отрасли отражена, в частности, в ряде выступлений на российском форуме «Микроэлектроника 2023» (Федеральная территория «Сириус», 9–14 октября 2023 г.). В частности, в своем пленарном докладе заместитель министра промышленности и торговли В.В. Шпак констатировал, что сейчас обеспечение целевого притока кадров составляет всего 20% и для достижения технологического суверенитета должно быть доведено до 100% в 2030 г.

Этот факт нашел отражение в распоряжении Правительства Российской Федерации [17], в котором сформулирована «Стратегия развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года» и план мероприятий по ее реализации. Одним из ключевых направлений Стратегии является раздел «Кадры», согласно которому к 2030 году планируется ликвидировать кадровые проблемы и предусматривается:

- ◆ обеспечить актуализацию, разработку и дальнейшее развитие системы профессиональных и образовательных стандартов;
- ◆ привлечь в отрасль сотрудников, обладающих необходимыми технологическими компетенциями.

Очевидным ключевым решением является увели-

чение числа вузов и программ вузов, выпускающих и обучающих специалистов в области схмотехники, системного программирования, разработки сенсорных систем и квантовых коммуникаций, робототехники и других востребованных в сфере современного электронного производства профилей [18].

Основной проблемой, с которой сталкиваются выпускники, является отсутствие практических умений. Цель представленной работы – формирование конкурентоспособных кадров в области проектирования устройств на ПЛИС. В качестве решения представлена модель обучения инженеров проектированию последовательных интерфейсов для устройств в ПЛИС, нацеленная на получение знаний и умений, которые будут использоваться в их дальнейшей трудовой деятельности. В процессе обучения студенты должны написать технический отчет по реализации контроллера интерфейса ПЛИС для выбранного устройства. В результате обучающиеся получают практические навыки работы с технической документацией и приобретают необходимый для будущей профессиональной деятельности опыт работы с реальными задачами: проектированием, верификацией и отладкой на ПЛИС.

Обоснование и описание методов реализации

Последовательность процесса обучения иллюстрирует рис. 2.

Выбор интерфейсов для обмена данными как предмета для обучения проектированию систем на ПЛИС обусловлен следующими соображениями. Стремление к повышению пропускной способности вычислительных устройств для коммуникации систем на базе ПЛИС с другими периферийными устройствами, которыми могут являться различные датчики, микроэлектромеханические системы и конвертеры сигналов, привело к использованию различных стандартов последовательной передачи и приема данных. Число научных публикаций, затрагивающих использование интерфейсов и ПЛИС, также возрастает с каждым годом (рис. 3) [19].

Наиболее распространёнными являются следующие последовательные интерфейсы:

- ◆ Serial Peripheral Interface (SPI);
- ◆ Universal asynchronous receiver/transmitter (UART);
- ◆ Inter-Integrated Circuit (I2C);
- ◆ Inter-Integrated Sound (I2S).

На первом этапе студентов знакомят с видами последовательных интерфейсов, такими как UART, SPI, I2C, I2S. Вначале объясняются основные принципы их функционирования, но уклон на данном этапе делается на практическую составляющую – области применения интерфейсов и рассмотрение различных устройств, которые обмениваются информацией на данных стандартах.



Рис. 2. Структура практико-ориентированной модели обучения

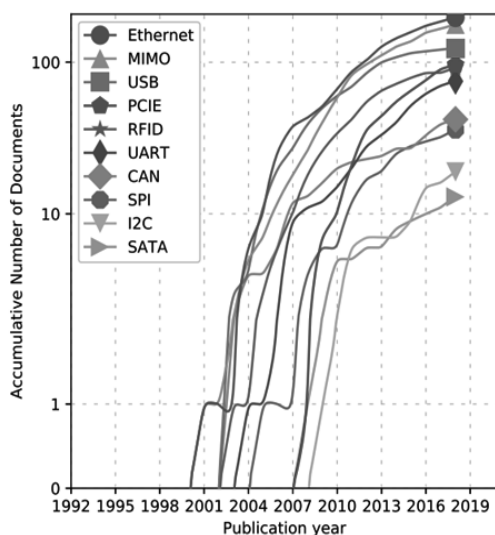


Рис. 3. Количество научных публикаций по тематике последовательных интерфейсов

Далее студентам на основе рассказанного предлагается выбрать устройство, для которого будет ре-

ализован интерфейс контроллера на ПЛИС. В качестве устройства могут выступать различные преобразователи, такие как ЦАП и АЦП, датчики движения, освещенности и звука. Исходя из выбранного устройства студент должен написать курсовую работу, в рамках которой будет реализован контроллер соответствующего интерфейса.

Для реализации проекта студенту потребуется изучить физический и логический уровни интерфейса. Физический уровень подразумевает анализ схемотехнической реализации, линий передачи, основных характеристик (тактовая частота, скорость передачи данных, напряжение питания). В логическом уровне следует изучить особенности интерфейса (синхронность, способы и модели передачи, режимы работы). В качестве источников студенту рекомендуется использовать техническую документацию и стандарты от инженерных ассоциаций, так как умение работать с такими источниками информации входит в обязательный перечень при устройстве на инженерную должность.

После изучения физического и логического уровней интерфейса студент переходит к выбору реализации и функциональному описанию логики своего цифрового устройства в виде блок-схемы. Она должна полностью описывать все возможные входные комбинации внутренних состояний с учетом различных режимов работы. По полученной блок-схеме на языке описания аппаратуры пишется код, реализующий необходимый функционал. Проект может быть реализован разными способами, то есть с применением различных моделей. Это может быть:

- конечный автомат, с помощью которого формируются соответствующие сигналы управления;
- память, из которой с помощью счетчика будут извлекаться последовательности управляющих сигналов;
- зацикленный сдвиговый регистр, значения которого инициализируются необходимой последовательностью;
- счетчик, с помощью которого можно контролировать значения управляющих сигналов для конкретного подключаемого через интерфейс устройства;
- оригинальное авторское решение.

После написания кода следует этап функциональной верификации – проверка кода с помощью средств моделирования. В рамках данного этапа студент должен написать тестовое окружение своего проекта, покрывающее все возможные режимы работы и допустимые входные комбинации интерфейса. Функциональная верификация, как следует из названия, показывает, правильно ли выполняет свои функции описанное на HDL устройство (в случае описываемого проекта – контроллер).

Средство моделирования по написанному студентом тестовому окружению имитирует работу устройства, и по полученным временным диаграммам выявляются ошибки и недоработки в текущей реализации.

После выявления последних рабочих процесс возвращается к написанию кода на языке описания аппаратуры. Этот цикл будет длиться, пока разрабатываемое устройство не пройдет все необходимые тесты, показав свою полную функциональность. Студенту необходимо иметь базовые представления о тестовых окружениях и верификации, так как именно проверка на работоспособность является наиболее трудоемким (верификация может занимать до 80% от общего времени разработки) и критически важным этапом в процессе разработки устройств.

Далее следует этап отладки кода описываемого устройства на ПЛИС с помощью интегрированного логического анализатора, который позволяет выполнять внутрисистемную отладку проектов на ПЛИС. С его помощью можно контролировать распространение сигналов по схеме непосредственно на плате ПЛИС, а не моделировать работу с помощью программных средств. Такая функция полезна при проверке выполнения временных ограничений не в теории, а на практике, с применением оборудования, которое может использоваться в будущем для реализации проекта на железе, и с учетом реальных задержек использующихся функциональных элементов. В случае если устройство работает ненадлежащим образом, происходит возврат на этап проработки кода, после чего снова последует функциональная верификация.

Финальный этап работы подразумевает изложение результатов в курсовой работе, представленной в виде технического отчета на контроллер. В техническом отчете содержится вся информация: принцип работы, описание физического и логического уровней работы контроллера интерфейса, режимы работы и временные диаграммы, показывающие работу контроллера. Также представляется информация о временных и прочих характеристиках разработанного устройства.

Примеры реализации учебных проектов

На основе описанного в работе процесса студентами РТУ МИРЭА реализованы различные проекты с применением устройств, подключение которых осуществлялось по выбранным последовательным интерфейсам при помощи написанных на языке описания аппаратуры Verilog контроллеров интерфейса. На рис. 4 представлены подключаемые Pmod-модули, являющиеся датчиками различных внешних воздействий (расстояния до объекта, звука и света) и преобразований.

На основе устройств, изображенных на рисунках, студенты РТУ МИРЭА реализовали собственные проекты на отладочной плате ПЛИС Arty A7. Следуя модели, были реализованы следующие проекты:

- контроллер UART для подключения сонара;
- контроллер SPI для подключения датчика освещенности, конвертора;
- контроллер I2S для подключения микрофона.

В качестве примера выполнения студентами проек-

та в соответствии с описанной выше структурой практико-ориентированной модели обучения приведем код RTL-реализации и сгенерированную по этому коду схему. На рис. 5 представлен HDL-код, описывающий ресивер UART. Устройство выполнено с помощью одного из предложенных вариантов реализации (сдвиговый регистр).

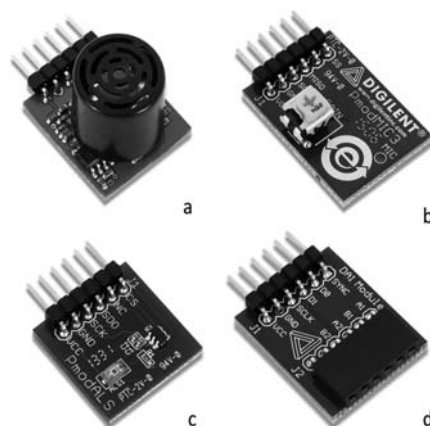


Рис. 4. Устройства, подключаемые к ПЛИС с помощью последовательных интерфейсов: a – Pmod MAXSONAR; b – Pmod MIC3; c – Pmod ALS; d – Pmod DA1

```

always @(posedge clock or neged
reset_n)
begin
if (! reset_n)
begin
shifted_1 <= 0;
end else if (shift) begin
if (shifted_1 == 0)
shifted_1 <= 8'b1000_0000
else
shifted_1 <= shifted_1 >>

byte_data <= {rx, byte_data[7:1
end else if (byte_ready) beg
shifted_1 <= 0;
end
    
```

Рис. 5. Фрагмент кода реализация ресивера UART на языке описания аппаратуры Verilog

На финальной стадии проекта осуществляется вывод информации о дистанции до объекта на семи-сегментный индикатор. Результатом синтеза разработанного кода является представление всего проекта на уровне регистровых передач (RTL представление) (рис. 6, 7).

Представленная в работе модель обучения, внедренная в учебный процесс РТУ МИРЭА, позволяет дополнить теоретические знания, полученные в ходе обучения, практическими умениями. Сочетание этих знаний формируют современного, конкурентоспособного инженера в области электронной промышленности.

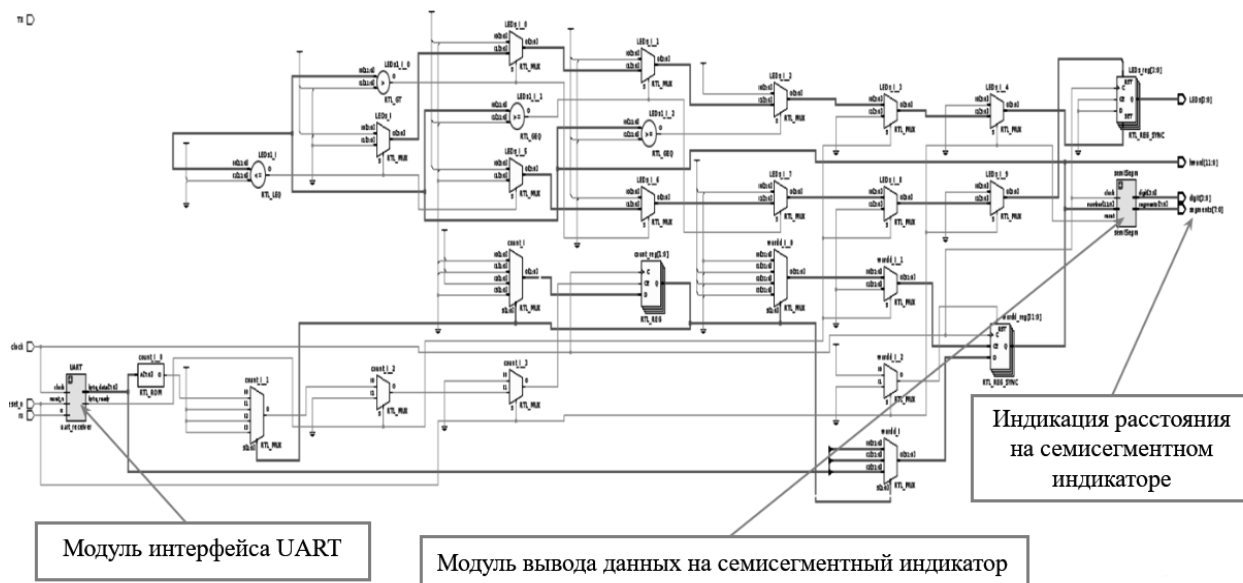


Рис. 6. RTL-представление проекта устройства определения расстояния на основе Pmod с ультразвуковым сонаром и интерфейсом UART, реализованное в ПЛИС

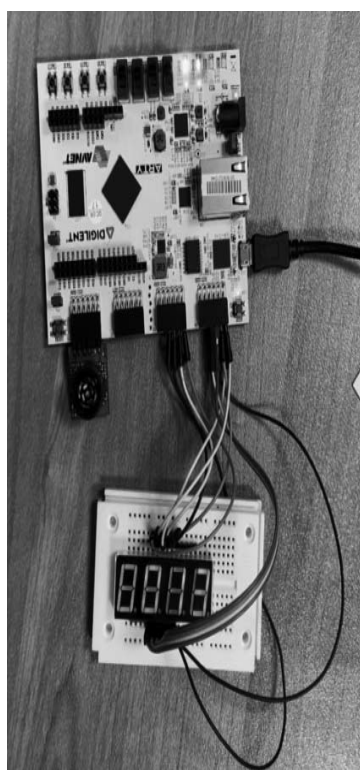


Рис. 7. Устройство по определению расстояния на основе сонара с интерфейсом UART

Заключение

На текущий момент применение ПЛИС в широком спектре областей современной электронной промышленности неоспоримо. Рынок программируемых логических интегральных схем растет, как и количество исследований в этой области. Применение, разработка, тестирование и отладка устройств с использованием

ПЛИС является актуальной темой, и обучение студентов работе с инструментами проектирования, моделирования и отладки разработанных на базе ПЛИС устройств является неотъемлемой частью обучения. Разработанная в РТУ МИРЭА практико-ориентированная модель обучения инженеров в области проектирования устройств на ПЛИС способствует формированию необходимых навыков, знаний и компетенций, которыми должен обладать современный выпускник технического университета, специализирующийся по направлению обучения «Электроника и нанoeлектроника (11.03.04)».

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание для университетов № ФГФЗ-2023-0005.) и с применением оборудования Центра коллективного пользования РТУ МИРЭА (соглашение от 01.09.2021 № 075–15-2021-689, уникальный идентификационный номер 2296.61321X0010).

Литература

1. Носов Л.С., Пипуныров Е.Ю. Устройство поточно-го шифрования на основе ПЛИС // Вестн. Сыктывкарского ун-та. Сер. 1. Математика. Механика. Информатика. 2019. № 1 (76).
2. Кобзев А.С., Сенцова А.Ю. Криптографическая защита сетей связи с использованием ПЛИС // Сб. материалов IV Всерос. молодежной науч.-практ. конф. с междунар. участием. Уфа: Башкирский гос. ун-т, 2021.
3. Косолапова В.В., Американов А.А. Разработка системы нейрокриптографии на основании ТРМ-сетей на ПЛИС // Межвуз. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов им. Е.В. Арменского. М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2019.

4. Захаров В.М., Шалагин С.В., Эминов Б.Ф. Распределенная обработка изображений на основе однотипных IP-ядер в архитектуре ПЛИС/FPGA // Информационные технологии и нанотехнологии: сб. тр. ИТНТ-2019 V междунар. конф. и молодежной школы. Самара: Новая техника, 2019.

5. Калинин Н.В., Черпалкин А.В., Никифоров М.Б. Применение ПЛИС для ускорения обработки изображения // Изв. Тульского гос. ун-та. Технические науки. 2022. № 8.

6. Маслаков Ю.Н., Урсол Д.В. Реализация алгоритма стабюлизации изображения на программируемой логической интегральной схеме // Экономика. Информатика. 2022. № 3.

7. Гушанский С.М., Потапов В.С. Исследование квантовой вычислительной системы и реализация квантового ядра на ПЛИС // Изв. Южного федер. ун-та. Технические науки. 2022. № 3 (233).

8. Лебедев М.С., Белецкий П.Н. Реализация искусственных сетей на ПЛИС с помощью открытых инструментов // Тр. Института системного программирования РАН. 2021. № 1.

9. Хорошайлова М.В. Реализации нейронной сети на плис с использованием аппаратных ресурсов // Вестн. Воронежского гос. техн. ун-та. 2021. № 3.

10. Зюбин В.Е., Сизов М.М. Конфигурируемый вычислитель на базе FPGA для потоковой обработки видеосигналов // Цифровая Обработка Сигналов. 2015. № 4.

11. Field Programmable Gate Array Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2023–2028). URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/field-programmable-gate-array-fpga-market> (accessed: 07.11.2023).

12. Xilinx FPGAs & SoCs. URL: <https://www.xilinx.com/products/silicon-devices/fpga.html> (accessed: 07.11.2023).

13. Intel FPGAs & Programmable Devices URL: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/programmable.html> (accessed: 07.11.2023).

14. Juan José Rodríguez Andina, Eduardo de la Torre Aranz, María Dolores Valdés Peña. FPGAs Fundamentals, Advanced Features, and Applications in Industrial Electronics. Boca Raton: CRC Press, 2017.

15. Харрис Д.М., Харрис С.Л. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера. 1-е изд. М.: ДМК Пресс, 2021.

16. Алиев А.Т., Желтенков А.В., Балдин К.В. Проблемы и потенциал развития экономики, промышленного производства и инноваций в современной России // Вестн. Московского гос. областного ун-та. Сер. Экономика. 2023. № 2.

17. Стратегия развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года. URL: <http://government.ru/docs/38795/> (дата обращения: 07.11.23).

18. Сиротин Д.В. Состояние и возможности развития российской микроэлектронной отрасли // Экономическое возрождение России. 2021. № 2 (76).

19. Juan Ruiz-Rosero, Gustavo Ramirez-Gonzalez, Rahul Khanna Field Programmable Gate Array Applications – A Scientometric Review // Computation. 2019. N 7. P. 63.

Певцов Евгений Филиппович

Канд. техн. наук, доцент, доцент каф. наноэлектроники, директор Центра проектирования интегральных схем, устройств наноэлектроники и микросистем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА)
Вернадского пр-т, д. 78, г. Москва, Россия, 119454

ORCID (0000-0001-6264-1231)

Тел.: +7 (903) 143-37-50

Эл. почта: pevtsov@mirea.ru

Сторожев Илья Евгеньевич

Студент каф. наноэлектроника Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА)

Вернадского пр-т, д. 78, г. Москва, Россия, 119454

Тел.: +7 (963) 995-97-02

Эл. почта: storozhev9003@gmail.com

Вахин Вячеслав Валерьевич

Студент каф. наноэлектроника Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА)

Вернадского пр-т, д. 78, г. Москва, Россия, 119454

Тел.: +7 (977) 474-76-13

Эл. почта: Fahin.v777@gmail.com

Pevtsov E.Ph., Storozhev I.E., Vahin V.V.

Design of Serial Interface Controllers on Field Programmable Gate Array in Educational Programs of RTU MIREA

The problems of personnel shortage and lack of qualifications of graduates applying for employment in the field of electronic industry are analyzed. A practice-oriented training methodology based on the development of serial interface controllers with field programmable gate array (FPGA) is presented. The relevant part of the training program includes the study of technical documentation, design and verification of digital devices, debugging on FPGAs using a logic analyzer. The purpose of such a training model is to prepare competitive personnel with the necessary practical skills and competencies.

Keywords: FPGA, serial interfaces, design, teaching methodologies.

References

1. Nosov LS, Pipunirov EYu. Ustrojstvo potocnogo shifrovaniya na osnove PLIS [FPGA-based stream encryption device]. Vestnik Syktyvskarskogo universiteta. Seriya 1. Matematika. Mekhanika. Informatika [Bulletin of Syktyvkar University. Series 1. Mathematics. Mechanics. Computer science]. 2019;1 (76):81–82. (In Russ.)

2. Kobzev AS, Sentsova AYU. Kriptograficheskaya zash-chita setej svyazi s ispol'zovaniem PLIS [Crypto-graphical protection of communication networks using FPGA]. Sbornik materialov IV Vserossijskoj molodezhnoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem [Proceedings of the IV All-Russian Youth Scientific and Practical Conference with international participation]. Ufa. Bashkir State University. 2021:101–104. (In Russ.)

3. Kosolapova VV, Americanov AA. azrabotka sistemy nejrokriptografii na osnovanii TPM-setej na PLIS [Development of neurocryptography system based on TPM-networks on FPGA]. Mezhdvuzovskaya nauchno-tehnicheskaya konferenciya studentov, aspirantov i molodyh specialistov im. E.V. Ar-menskogo [Interuniversity scientific and technical conference of students, graduate students and young specialists named after

- E.V. Armensky]. Moscow. MIEM NIU VSHE. 2019:81–82. (In Russ.)
4. Zakharov VM, Shalagin SV, Eminov BF. Raspredeleonnaya obrabotka izobrazhenij na osnove odnotipnyh IP-yader v arhitekture PLIS/FPGA [Distributed image processing based on single-type IP-core in FPGA/FPGA architecture]. *Informacionnye tekhnologii i nanotekhnologii: sbornik trudov ITNT-2019 V mezhdunarodnoj konferencii i molodezhnoj shkoly [Proceedings of ITNT-2019 V International Conference and Youth School 'Information technologies and nano-technologies]*. Samara. Novaya tekhnika. 2019:135–139. (In Russ.)
5. Kalinin NV, Cherpalkin AV, Nikiforov M. B. Primenenie PLIS dlya uskoreniya obrabotki izobrazheniya [FPGA Application for fast picture processing]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki [Proceedings of Tula State University. Technical sciences]*. 2022; 8:63-67. (In Russ.)
6. Maslakov Yu. N, Ursol DV. Realizaciya algoritma stabilizacii izobrazheniya na programmiruemoj logicheskoj integral'noj skheme [Realisation of algorithm of picture stabilisation on field programmable gate array]. *Economics. Informatics*. 2022;(3):197–194. (In Russ.)
7. Gushansky SM, Potapov VS. Issledovanie kvantovoj vychislitel'noj sistemy i realizaciya kvantovogo yadra na PLIS [Research of the Quantum Computing System and Realisation of the Quantum Core on FPGA]. *Izvestiya Yuzhnogo federal'nogo universiteta. Tekhnicheskie nauki [Proceedings of the Southern Federal University. Technical sciences]*. 2022;3(233):141–151. (In Russ.)
8. Lebedev MS, Beletskiy PN. Realizaciya iskusstvennyh setej na PLIS s pomoshch'yu otkrytyh instrumentov [Realisation of source neuron networks on FPGA with open instruments]. *Trudy Instituta sistemnogo programmirovaniya RAN [Proceedings of the Institute of System Programming of the Russian Academy of Sciences]*. 2021;(1):175–192. (In Russ.)
9. Khoroshaylova MV. Realizacii nejronnoj seti na plis s ispol'zovaniem apparatnyh resursov [Neural network implementations on FPGAs using hardware resources]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Bulletin of the Voronezh State Technical University]*. 2021;(3): 127–134. (In Russ.)
10. Zyubin VE, Sizov MM. Konfiguriruemyj vychislitel' na baze FPGA dlya potokovoj obrabotki videosignalov [Configurable FPGA-based computer for video signal streaming]. *Digital Signal Processing*. 2015;(4):55–57. (In Russ.)
11. Field Programmable Gate Array Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2023 - 2028). Available from: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/field-programmable-gate-array-fpga-market> [Accessed: 07 November 2023].
12. Xilinx FPGAs & SoCs. Available from: <https://www.xilinx.com/products/silicon-devices/fpga.html> [Accessed: 07 November 2023].
13. Intel FPGAs & Programmable Devices. Available from: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/programmable.html> [Accessed: 07 November 2023].
14. Juan José Rodríguez Andina, Eduardo de la Torre Aranz, María Dolores Valdés Peña. (2017), *FPGAs Fundamentals, Advanced Features and Applications in Industrial Electronics*, Boca Raton: CRC Press.
15. Harris DM, Harris SL. *Cifrovaya skhemotekhnika i arhitektura komp'yutera [Digital Design and Computer Architecture]*. 1st ed. M.: DMK Press;2021. (In Russ.)
16. Aliev AT, Zheltenkova AV, Baldin KV. Problemy i potencial razvitiya ekonomiki, promyshlennogo proizvodstva i innovacij v sovremennoj Rossii [Problems and potential of economic development, industrial production and innovation in modern Russia].
17. Strategiya razvitiya elektronnoj promyshlennosti Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda [Strategy for the Development of the Electronics Industry in the Russian Federation until 2030]. Available from: <http://government.ru/docs/38795/> [Accessed: 07 November 2023]. (In Russ.)
18. Sirotin DV. Sostoyanie i vozmozhnosti razvitiya rossijskoj mikroelektronnoj otrasli [The state and development opportunities of the Russian microelectronic industry]. *Ekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii [Economic Revival of Russia]*. 2021;2(76):48–58. (In Russ.)
19. Juan Ruiz-Rosero, Gustavo Ramirez-Gonzalez, Rahul Khanna. (2019), 'Field Programmable Gate Array Applications—A Scientometric Review', *Computation*, 7, pp. 253–266.

Eugene Ph. Pevtsov

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Integrated Circuit Design Center, Department of Nanoelectronics, MIREA Russian Technological University (RTU MIREA) 78, Vernadskogo prosp., Moscow, Russia, 119454
 ORCID (0000-0001-6264-1231)
 Phone: +7 (903-1) 43-37-50
 Email: pevtsov@mirea.ru

Ilya E. Storozhev

Student, Department of nanoelectronics, Department of Nanoelectronics, MIREA Russian Technological University (RTU MIREA) 78, Vernadskogo prosp., Moscow, Russia, 119454
 Phone: +7 (963-9) 95-97-02
 Email: storozhev9003@gmail.com

Vyacheslav V. Vahin

Student, Department of nanoelectronics, Department of Nanoelectronics, MIREA Russian Technological University (RTU MIREA) 78, Vernadskogo prosp., Moscow, Russia, 119454
 Phone: +7 (977-4) 74-76-13
 Email: Fahin.v777@gmail.com

УДК 512.1:517.53:519.6

Ю.А. Несмеев

ПРИМЕНЕНИЕ СХЕМЫ ГОРНЕРА К РЕШЕНИЮ УРАВНЕНИЯ С КОМПЛЕКСНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

Даны примеры использования схемы Горнера для получения результата деления многочлена на разность между его аргументом и его известным нулём. Коэффициентами многочлена являются комплексные числа. При этом действительные числа рассматриваются как комплексные числа с нулевыми мнимыми частями. Изображена часть компьютерного воплощения способа вычисления корней такого уравнения (степени от 2 до 102), коэффициентами которого являются комплексные числа. Приведенный фрагмент реализует схему Горнера. Дано описание компьютерного воплощения способа.

Ключевые слова: схема Горнера, алгебраическое уравнение, программа.

В университетах согласно, например, ссылкам на литературные источники в [1] изучаются все статьи по способам решения алгебраического уравнения. Среди них, однако, нет статей по использованию схемы Горнера [2, с. 161] при решении уравнения с комплексными коэффициентами.

Целью исследований, представленных в данной статье, является популяризация (среди студентов технических специальностей) способа решения алгебраического уравнения степени от 2 до 102 [3]. Данная статья посвящена воплощению этого способа в компьютерную программу на языке Турбо Паскаль [4] версии 7.1.

Школьники на уроках математики при обучении в специализированных классах знакомятся со схемой Горнера. С её помощью они находят результат деления многочлена с действительными коэффициентами на разность между его аргументом и его известным действительным нулём. При этом многочленом является левая часть заданного алгебраического уравнения, а ноль является известным действительным корнем этого уравнения. Цель деления – нахождение такого другого действительного корня этого уравнения, который отличен от известного действительного корня или равен ему. Первокурсники в начале обучения в университете не знакомы с применением схемы Горнера к уравнению с комплексными коэффициентами.

Задачи исследований, представленных в данной статье:

1) разработка примеров по применению схемы Горнера для получения результата деления многочлена с комплексными коэффициентами на разность между аргументом этого многочлена и известным нулём этого многочлена;

2) описание компьютерного воплощения способа решения уравнения степени от 2 до 102;

3) опубликование такой части компьютерной программы воплощения способа, фрагмент которой реализует схему Горнера.

Задачи были решены.

Исследования проводились посредством изучения литературных источников, математических выкладок и компьютерного эксперимента.

Примеры использования схемы Горнера

Пример 1. Требуется с помощью схемы Горнера найти результат деления многочлена $z^2 + 5z + 6 = 0$ на двучлен $z + 2$.

Решение. Число минус 2 – ноль заданного многочлена. Поэтому результатом деления является многочлен первой степени. Для вычисления его коэффициентов применяем схему Горнера. Коэффициентом при первой степени величины z является число 1. Для вычисления коэффициента при нулевой степени величины z к числу 5 прибавим результат умножения числа 1 на число -2 . Получим число 3. Поэтому результатом деления заданного многочлена на заданный двучлен является двучлен $z + 3$.

Пример 2. Требуется с помощью схемы Горнера найти результат деления многочлена $z^2 + 5z + 6 = 0$ на двучлен $z + 3$.

Решение. Число минус 3 является нулём заданного многочлена. Поэтому результатом деления будет многочлен первой степени. Для вычисления его коэффициентов применяем схему Горнера. Коэффициентом при первой степени величины z является число 1. Для вычисления коэффициента при нулевой степени величины z к числу 5 прибавим результат умножения числа 1 на число -3 . Получим число 2. Поэтому результатом деления заданного многочлена на заданный двучлен является двучлен $z + 2$.

Пример 3. Корнями уравнения являются числа 1, 2, 3. Требуется сначала восстановить уравнение по его корням, а затем найти результат деления левой части уравнения на величину $z - 3$.

Решение. С помощью теоремы Виета [1, с. 120] находим восстановленное уравнение: $z^3 - 6z^2 + 11z - 6 = 0$. По схеме Горнера вычисляем коэффициенты результата деления левой части уравнения на величину $z - 3$. Для этого проведём следующие вычисления:

$-6 + 1 \cdot 3 = -3$; $11 + (-3) \cdot 3 = 2$. Делаем вывод: результатом деления является многочлен $z^2 - 3z + 2$.

Пример 4. Требуется найти результат деления многочлена $z^5 + 5z^4 - 112$ на величину $z - 2$.

Решение. Так как число 2 является нулём многочлена, применяем схему Горнера. Для этого выполняем следующие действия (при использовании нумерации, применяемой в программировании):

- 3) $5 + 1 \cdot 2 = 7$;
- 2) $0 + 7 \cdot 2 = 14$;
- 1) $0 + 14 \cdot 2 = 28$;
- 0) $0 + 28 \cdot 2 = 56$.

Приходим к выводу: результатом является многочлен $z^4 + 7z^3 + 14z^2 + 28z + 56$.

Пример 5. Требуется найти результат деления многочлена $z^{102} + z - 2$ на величину $z - 1$.

Решение. Так как число 1 является нулём многочлена, применяем схему Горнера. Для этого выполняем следующие действия:

- 100) $0 + 1 \cdot 1 = 1$;
- 99) $0 + 1 \cdot 1 = 1$;
-
- 1) $0 + 1 \cdot 1 = 1$;
- 0) $1 + 1 \cdot 1 = 2$.

Приходим к выводу: результатом является многочлен $z^{101} + z^{100} + z^{99} + \dots + z + 2$.

Пример 6. Корнями уравнения являются числа $1 + 2 + 3i$. Требуется сначала восстановить уравнение по его корням, а затем разделить левую часть уравнения на величину $z - (2 + 3i)$.

Решение. Применяя теорему Виета, находим уравнение: $z^2 + (-3 - 3i)z + (2 + 3i) = 0$. С помощью схемы Горнера определяем значение следующей величины: $-3 - 3i + 1 \cdot (2 + 3i)$. Оно равно числу 1. Поэтому деление даёт величину $z - 1$.

Пример 7. Корнями уравнения являются числа $1 + i$ и $2 + 3i$. Требуется сначала восстановить уравнение по его корням, а затем разделить левую часть уравнения на величину $z - (2 + 3i)$.

Решение. Уравнение: $z^2 + (-3 - 4i)z + (-1 + 5i) = 0$. Так как $-3 - 4i + 1 \cdot (2 + 3i) = -1 - i$, деление даёт величину $z - 1 - i$.

Пример 8. Многочлен

$$z^3 + (-6 - 2i)z^2 + (12 + 7i)z + (-7 - 9i) \quad (1)$$

имеет следующие нули: $1 + i$, $2 - i$, $3 + 2i$. Требуется по схеме Горнера найти результат деления многочлена на величину $z - (1 + i)$.

Решение. Выполняем следующие действия:

- 1) $-6 - 2i + 1 \cdot (1 + i) = -5 - i$;
- 0) $12 + 7i + (-5 - i) \cdot (1 + i) = 8 + 1i$.

Делаем вывод: результатом является многочлен $z^2 + (-5 - i)z + (8 + i)$.

Пример 9. Требуется многочлен (1) из примера 8 разделить по схеме Горнера на величину $z - (2 - i)$.

Решение. Выполняем следующие действия:

- 1) $-6 - 2i + 1 \cdot (2 - i) = -4 - 3i$;
- 0) $12 + 7i + (-4 - 3i) \cdot (2 - i) = 1 + 5i$.

Делаем вывод: результатом является многочлен $z^2 + (-4 - 3i)z + (1 + 5i)$.

Пример 10. Требуется многочлен (1) из примера 8 разделить по схеме Горнера на величину $z - (3 + 2i)$.

Решение. Выполняем следующие действия:

- 1) $-6 - 2i + 1 \cdot (3 + 2i) = -3 + 0i$;
- 0) $12 + 7i + (-3 + 0i) \cdot (3 + 2i) = 3 + 1i$.

Делаем вывод: результатом является многочлен $z^2 + (-3 + 0i)z + (3 + 1i)$.

В теории комплексных чисел действительными числами являются комплексные числа с нулевыми мнимыми частями. Поэтому в примерах 1–5 и 6–10 происходит применение схемы Горнера соответственно к многочленам с действительными и комплексными коэффициентами. При записи формул по применению схемы Горнера к многочленам с комплексными коэффициентами необходимо учитывать, что единицей в множестве комплексных чисел является число $1 + 0i$. С целью записи таких формул для коэффициентов исходного многочлена степени n применяем обозначения

$$a_n + b_n i, a_{n-1} + b_{n-1} i, \dots, a_1 + b_1 i, a_0 + b_0 i. \quad (2)$$

Известному нулю исходного многочлена даём обозначение $x + yi$. Коэффициентам результата применения схемы Горнера даём обозначения

$$c_{n-1} + d_{n-1} i, c_{n-2} + d_{n-2} i, \dots, c_1 + d_1 i, c_0 + d_0 i. \quad (3)$$

Здесь $a_n = 1, b_n = 0, c_{n-1} = 1, d_{n-1} = 0$.

При решении примеров 6–10 оказались использованными следующие равенства:

$$\begin{aligned} c_{n-2} + d_{n-2} i &= a_{n-1} + b_{n-1} i + (c_{n-1} + d_{n-1} i)(x + yi) = \\ &= (a_{n-1} + c_{n-1} x - d_{n-1} y) + (b_{n-1} + c_{n-1} y + d_{n-1} x) i; \\ c_{n-2} &= a_{n-1} + c_{n-1} x - d_{n-1} y; \\ d_{n-2} &= b_{n-1} + c_{n-1} y + d_{n-1} x; \\ c_{n-3} &= a_{n-2} + c_{n-2} x - d_{n-2} y; \\ d_{n-3} &= b_{n-2} + c_{n-2} y + d_{n-2} x; \\ &\dots\dots\dots \\ c_1 &= a_2 + c_2 x - d_2 y; \\ d_1 &= b_2 + c_2 y + d_2 x; \\ c_0 &= a_1 + c_1 x - d_1 y; \\ d_0 &= b_1 + c_1 y + d_1 x. \end{aligned} \quad (4)$$

Формулы (4) используются в способе решения уравнения. В тексте программы компьютерного воплощения способа фрагмент по применению формул (4) расположен между линиями на рис 1.


```

v:=v-[un];
if v=[] then goto _102;
un:=un-1;
dun:=un+1;
t:=un;
{
nmkkk[un]:=1; nmlll[un]:=0;
for h:=1 to t do begin{10}
nmkkk[t-h]:=mkkk[t-h+1] +x[dun]*nmkkk[t-h+1] -
y[dun]*nmlll[t-h+1];
nmlll[t-h]:=mlll[t-h+1]
+ x[dun]*nmlll[t-h+1]+y[dun]*nmkkk[t-h+1];
end; {10}
}
for h:=0 to un-1 do begin{000}
mkkk[h]:=nmkkk[h];
mlll[h]:=nmlll[h];
end;{000}
for h:=un downto 0 do
writeln(t6,un:3,' ',h:4,' ',mkkk[h],' +i(',mlll[h]);
goto _2;
_102: sortirovka;

```

Рис. 1. Изображение части компьютерного воплощения способа решения

Описание компьютерного воплощения способа

Здесь используется словосочетание «рабочая часть программы», обозначающее ту часть текста программы, которая в нём начинается после первого употребления слова begin, а заканчивается перед последним использованием слова end.

Метки `_2` и `_102` разбивают рабочую часть программы на три части, которые далее именуются словосочетаниями «первая часть», «вторая часть», «третья часть». С метки `_2` начинается выполнение всех этапов способа. С метки `_102` сначала происходит сортировка всех найденных корней, а затем осуществляется вывод корней и результатов проверки их на экран и во внешние файлы.

Сначала первая часть программы принимает от пользователя степень его уравнения как значение величины `un`. Затем программа создаёт множество `v`. Его элементами являются числа от 1 до `un`. После этого следует ввести в программу действительные и мнимые части коэффициентов уравнения как значения элементов массивов `kkk` и `lll`. После приёма коэффициентов уравнения программа преобразовывает эти массивы в массивы `pkkk` и `plll`. Они соответствуют уравнению, равносильному уравнению пользователя. Элементами `mkkk[un]` и `mlll[un]` массивов `pkkk` и `plll` являются, соответственно, числа 1 и 0.

Вторая часть начинается со строки, в начале которой расположена метка `_2`. В этой части сначала с помощью формул из [5, с. 75] вычисляются радиусы того

замкнутого кольца комплексной плоскости, которому принадлежат все корни решаемого уравнения. Затем решается методом Ньютона та система уравнений в полярных координатах, которая следует из решаемого уравнения. При решении этой системы за начальное приближение полярного радиуса принимается среднее арифметическое радиусов упомянутого кольца. Начальное приближение полярного угла отыскивается с помощью случайных чисел. После решения системы в полярных координатах найденные значения полярных координат преобразуются в значения декартовых координат, которые идентифицируются как элементы `x[un]` и `y[un]` массивов `x` и `y`. Величины `x[un]` и `y[un]` являются, соответственно, действительной и мнимой частью найденного корня. После определения корня программа действует на втором участке. Она выполняет действия, представленные на рис. 1.

Перечислим эти действия: из множества `v` удаляется действующее значение величины `un`; если множество `v` оказывается пустым, управление действиями передаётся на метку `_102`, а в противном случае величине `un` присваивается значение величины `un-1`, величине `dun` присваивается значение величины `un+1`, величине `t` – значение величины `un`, элементам `nmkkk[un]` и `nmlll[un]` массивов `nmkkk` и `nmlll` даются значения 1 и 0, применяется схема Горнера для получения результата деления левой части только что использованного уравнения на разность между его аргументом и только что вычисленным корнем при использовании элементов массивов `nmkkk` и `nmlll` для обозначения коэффициентов результата деления, возвращение к использованию массивов `pkkk` и `plll`, передача управления действиями на метку `_2`.

Третья часть начинается с метки `_102`. Она описана во втором абзаце этого раздела.

Выводы

1. Разработаны примеры по применению схемы Горнера для получения результата деления многочлена с комплексными коэффициентами на разность между аргументом этого многочлена и известным нулём этого многочлена.

2. Описано компьютерное воплощение способа решения уравнения степени от 2 до 102.

3. Опубликована такая часть программы компьютерного воплощения способа, фрагмент которой реализует схему Горнера.

Литература

1. Жгиров В.С. О разрешимости некоторых классов алгебраических уравнений в радикалах: дис. ... магистра. Витебск: Витебский гос. ун-т им. П.М. Машерова, 2020. С. 63.
2. Несмеев Ю.А. Численное решение алгебраического уравнения с вещественными коэффициентами // Современное образование: повышение конкурентоспособности университетов: материалы междунар. науч.-метод. конф., 28–29 января 2021 г., Томск, Россия. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2021. В 2 ч. Ч. 1. С. 271–274.

3. Математический энциклопедический словарь / гл. ред. Ю.В. Прохоров. М.: Сов. Энциклопедия, 1988. 847 с.

4. Руководство по программированию под управлением MS DOS / под ред. Ф. Пьеро ; пер. с франц. под ред. Л.В. Лямина. М.: Радио и связь, 1995. 544 с.

5. Сборник задач по методам вычислений / под ред. П.И. Монастырского. Минск: Изд-во БГУ им. В.И. Ленина, 1983. С. 288.

Несмеев Юрий Алексеевич

Учитель математики, СОШ № 48, г. Воронеж, Воронежская область

Тел.: (473) 276-50-74

E-mail: nes_ya@list.ru

Nesmeev Yu.A.

Application of the Horner Scheme to Solving an Equation with Complex Coefficients

Examples of using the Horner scheme to obtain the result of dividing a polynomial by the difference between its argument and its known zero are given. The coefficients of the polynomial are complex numbers. In this case, real numbers are considered as complex numbers with zero imaginary parts. A part of the computer embodiment of the method for calculating the roots of such an equation (degrees from 2 to 102) the coefficients of which are complex numbers is demonstrated. The above fragment implements the Horner scheme. A description of the computer embodiment of the method is presented.

Keywords: the Horner scheme, algebraic equation, program.

References

1. Zhgirov VS. O razreshimosti nekotorykh klassov algebraicheskikh uravnenij v radikalakh [On the solvability of some classes of algebraic equations in radicals]. [Master's Dissertation]. Vitebsk; 2020. (In Russ.)

2. Nesmeev YuA. Chislennoe reshenie algebraicheskogo uravneniya s veshchestvennymi koefficientami [Numerical solution of the algebraic equation with real coefficients]. Sovremennoe obrazovanie: povyshenie konkurentosposobnosti universitetov. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii [Modern education: improving the competitiveness of universities. Materials of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2021;(1):271-274. (In Russ.)

3. Prokhorov YuV. Matematicheskii enciklopedicheskii slovar [Mathematical encyclopedic dictionary]. M.: Soviet Encyclopedia; 1988. (In Russ.)

4. Piero F. Rukovodstvo po programmirovaniyu pod upravleniem MS DOS [MS DOS Programming Guide]. M.: Radio and Communication; 1995. (In Russ.)

5. Monastirskiy PE. Sbornik zadach po metodam vychislenii [Collection of tasks on computational methods]. Minsk: BSU named after V.I. Lenin; 1983. (In Russ.)

Yuri A. Nesmeev

Maths Teacher, SOSH 48, Voronezh, Voronezh region

Phone: +7 (473-2) 76-50-74

Email: nes_ya@list.ru

УДК 378:378.147.88:004.771

О.А. Доценко, А.А. Жуков

ОБ ОПЫТЕ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ СИМУЛЯТОРОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ НА ОСНОВЕ LABVIEW ДЛЯ ДИСЦИПЛИН «РАДИОЭЛЕКТРОНИКА» И «СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ»

Рассмотрены варианты организации самостоятельной работы студентов по дисциплинам «Радиоэлектроника» и «Схемотехника аналоговых электронных устройств». Среда LabVIEW позволяет создавать симуляторы виртуальных приборов. Разработанные симуляторы измерительных приборов NI Elvis II+ были размещены в системе электронного обучения Moodle Томского государственного университета и использовались для самостоятельной подготовки студентов к практическим и лабораторным занятиям. Применение симуляторов позволило использовать технологию «перевернутый класс» при изучении темы «Работа с измерительными приборами» и провести текущий контроль изучения студентами данной темы.

Ключевые слова: LabView, Moodle, самостоятельная работа студентов, виртуальный прибор, симулятор.

Введение

Процессы оптимизации, проводимые на разных ступенях образования Российской Федерации и, в частности, в высшем инженерном образовании, привели к тому, что количество контактной работы со студентами непосредственно в аудиториях уменьшилось. При этом наблюдается увеличивающийся тренд количества часов на самостоятельную работу студентов (СРС). Инженерное образование по своей сути предполагает получение большого объема практических навыков, которыми должны владеть студенты после окончания вуза. В [1] СРС в современном образовательном процессе определена как «форма организации обучения, которая способна обеспечивать самостоятельный поиск необходимой информации, творческое восприятие и осмысление учебного материала в ходе аудиторных занятий, разнообразные формы познавательной деятельности студентов на занятиях и во внеаудиторное время, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, выработку умений и навыков рациональной организации учебного труда». В связи с этим возникает потребность организации таких видов СРС, которые могут обеспечить студентов не только необходимыми материалами, литературой и информационными источниками, но и самостоятельным получением прикладных навыков, относящихся к получаемой профессии.

Также существует проблема низкой мотивации обучающихся к изучению физико-математических и инженерных дисциплин, так как среди них наблюдается «непонимание сути профессии и сферы применения знаний» [2].

В настоящий момент электронное и смешанное обучение активно используется в системах высшего, среднего профессионального, среднего, общего и инклюзивного образования [3–6]. Это позволяет изменить подходы как к самому процессу обучения, так и к инструментам, применяемым при этом.

Существующие системы дистанционного обучения (СДО), в числе которых находится Moodle, позволяют организовать обучение студентов в форматах «очно с веб-поддержкой», «дистанционно». Уже много лет система Moodle применяется в вузах России. Имеется большой опыт ее использования в вузах Томска [7]. Опыт дистанционного обучения, который весь мир прошел во время эпидемии COVID, показал, что можно достаточно быстро адаптироваться к новым реалиям обучения при наличии СДО [8]. Разработанные при этом технологического-педагогические подходы к обучению применяются и в настоящее время. Созданные дистанционные лабораторные работы [9] освобождают от многократного дублирования лабораторных стендов в случае offline-обучения, а при дистанционном обучении позволяют не снижать его эффективность.

В [10] нами был представлен подход к организации СРС практической направленности с использованием электронного курса «Основы работы с приборами комплекта NI ELVIS II+», который содержит все необходимые ресурсы и элементы для его самостоятельного изучения. Опыт его реализации весной 2023 года при изучении соответствующих дисциплин показал возможность применения такого подхода. В настоящий момент проведена модернизация данного электронного курса.

Цель работы – познакомить читателя с опытом разработки и внедрения в программу обучения по техническим дисциплинам симуляторов измерительных приборов NI ELVIS II+ для проведения текущего контроля. Средой разработки являлся язык G, позволяющий построить виртуальный прибор (ВП) с помощью LabVIEW.

Симуляторы измерительных приборов

Комплект измерительных приборов NI ELVIS II+ предоставляет доступ к 12 измерительным приборам [11] и широко используется для организации и прове-

дения лабораторных практикумов по техническим дисциплинам в учебных заведениях нашей страны и мира [12–17].

На радиофизическом факультете Томского государственного университета комплект измерительных приборов NI ELVIS II+ используется в лабораторных практикумах по дисциплинам «Радиоэлектроника» и «Схемотехника аналоговых электронных устройств» [18, 19].

Для начального знакомства студентов с приборами из NI ELVIS II+ был разработан комплект программ, моделирующих и поясняющих работу с этим оборудованием. Программы созданы в системе LabVIEW [20].

Исходными данными для разработки симуляторов являлось то, что все измерительные приборы комплекта NI ELVIS II+ имеют интерфейс, позволяющий на его основе достаточно быстро построить симулятор для тренировки навыков управления измерительными приборами. На рис. 1 представлена лицевая панель виртуального прибора (программы в LabVIEW), поясняющего работу с приборами комплекта NI ELVIS II+. Эта программа позволяет пользователю получить справочную информацию по каждому из двенадцати приборов комплекта. Пользователь, нажимая кнопку под иконкой конкретного прибора, открывает окно программы с техническими характеристиками этого прибора и пояснениями по его работе.

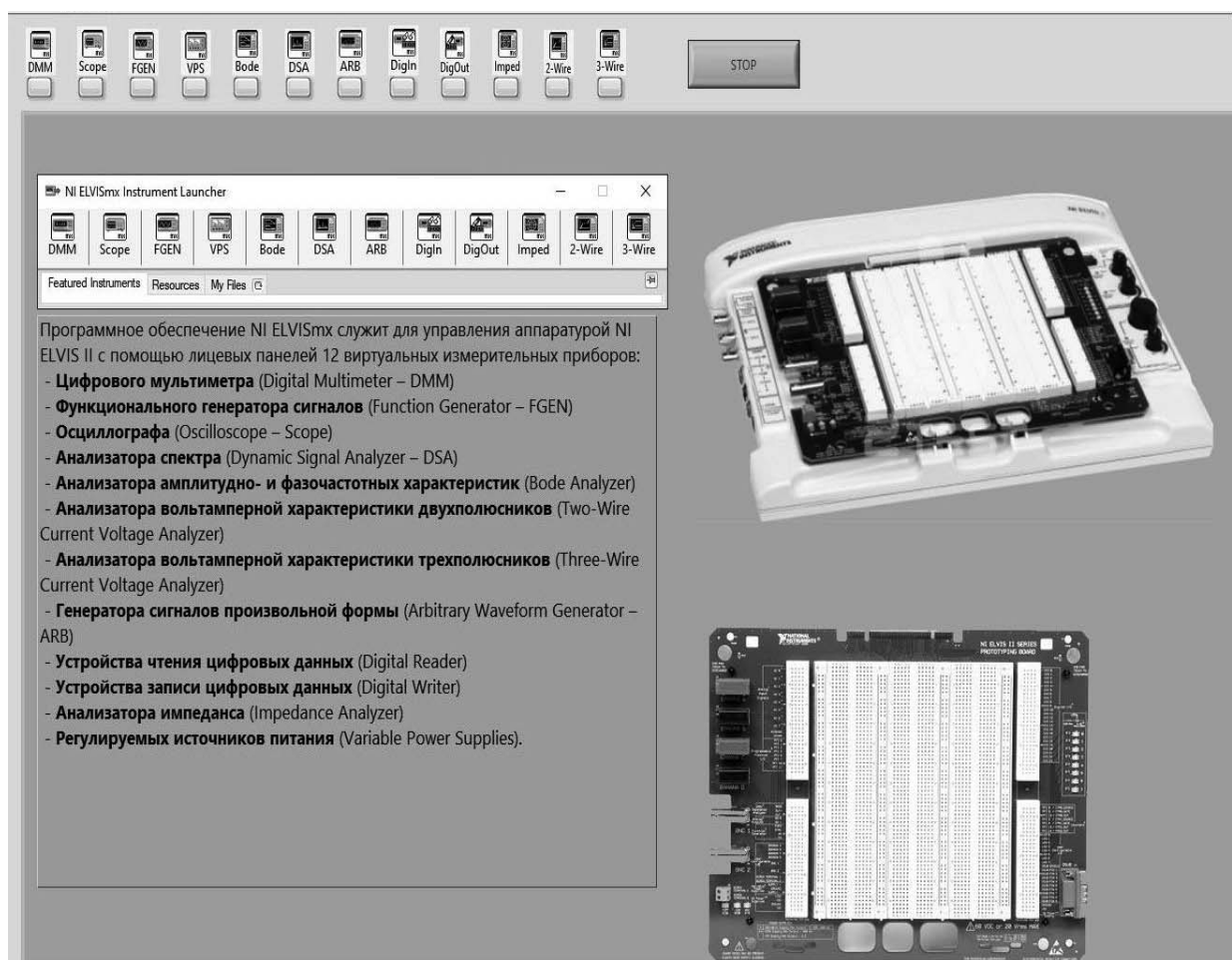


Рис. 1. Основное окно программы, поясняющей работу с приборами комплекта NI ELVIS II+

Для организации переключения окон программы использованы структура событий (Events) и элемент управления закладками (Tab Control). Нажатие кнопки под иконкой конкретного прибора обрабатывается структурой событий: анализируется состояние кнопки и если кнопка была нажата, то на лицевой панели виртуального прибора открывается окно (вкладка) с информацией о выбранном приборе, в противном случае

(кнопка отжата) открывается основное окно виртуального прибора (рис. 1).

Работа с данным ВП позволяет студенту познакомиться с процедурой обращения к конкретному прибору комплекта NI ELVIS II+, получить информацию о его технических характеристиках и особенностях работы. Для получения информации о технических характеристиках рабочей станции и макетной платы ком-

плекта NI ELVIS II+ разработан ВП, лицевая панель которого приведена на рис. 2.

Этот виртуальный прибор позволяет получить информацию об управляющих, информационных, аналоговых и цифровых линиях макетной платы и разъемах

рабочей станции NI ELVIS II+. Так же, как и в описанном выше ВП, в нем осуществляется переключение окон лицевой панели программы, но переход от окна к окну осуществляется выбором конкретного пункта выпадающего меню.

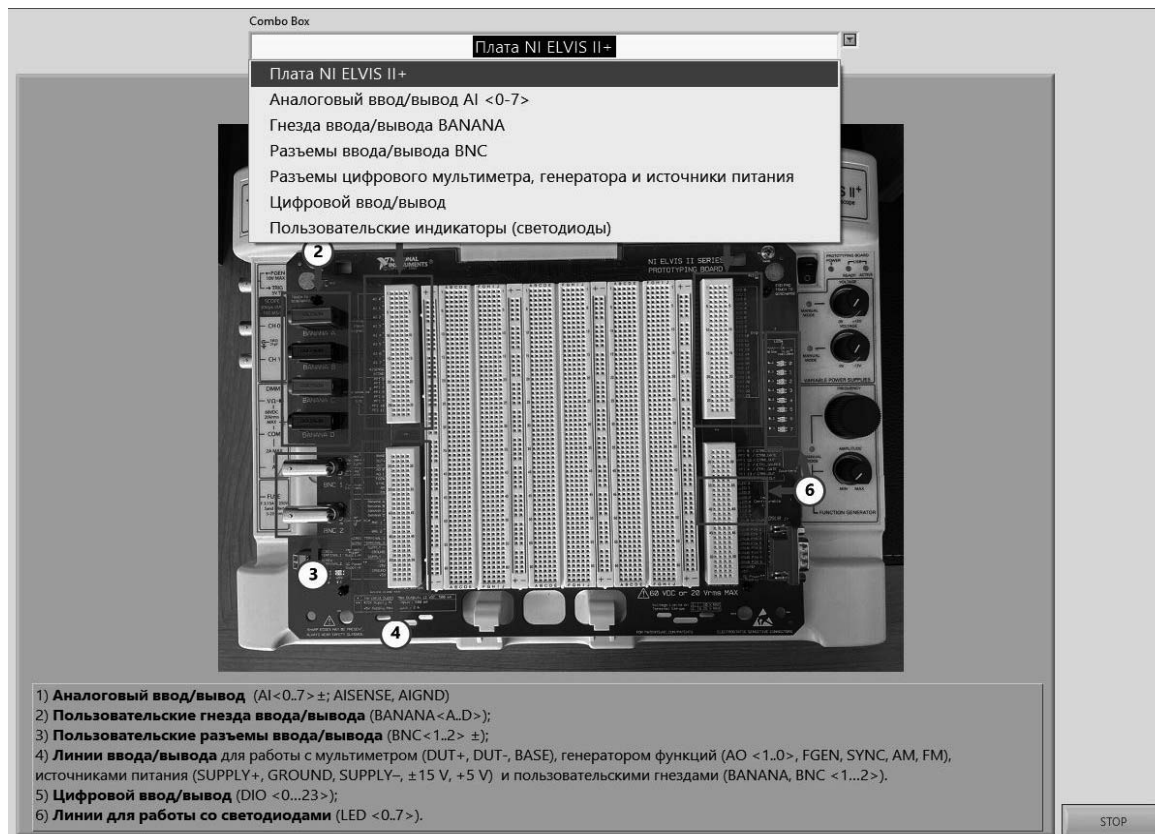


Рис. 2. Лицевая панель программы, поясняющей работу с рабочей станцией и макетной платой NI ELVIS II+

Для организации переключения окон программы использованы структура событий (Events) и элемент управления закладками (Tab Control). Работа с данным ВП позволяет студенту получить информацию о его технических характеристиках и особенностях работы рабочей станции и макетной платы NI ELVIS II+.

Кроме рассмотренных приборов, созданы ВП, иллюстрирующие работу с конкретными измерительными приборами при проведении натурных измерений. Эти программы реализованы в виде симуляторов различных измерительных процессов. Например, программы-симуляторы для работы с цифровым мультиметром иллюстрируют процесс измерения напряжения, тока, сопротивления резистора и емкости конденсатора.

На рис. 3 приведена лицевая панель ВП, иллюстрирующего процесс измерения емкости конденсатора с помощью цифрового мультиметра. Программа позволяет выбрать из выпадающего меню величину емкости конденсатора, переключить цифровой мультиметр в режим измерения емкости конденсатора, запустить процесс измерений нажатием кнопки «RUN» и отобразить на экране прибора результат измерений.

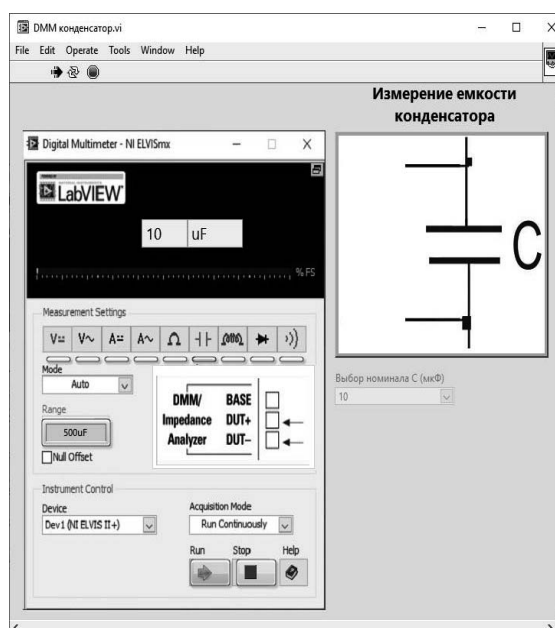


Рис. 3. Лицевая панель ВП, иллюстрирующего измерение цифровым мультиметром емкости конденсатора

Кроме ВП, иллюстрирующих работу с мультиметром, созданы программы для работы с функциональным генератором и осциллографом, анализатором Боде, регулируемым источником напряжения и приборами цифрового ввода-вывода. Например, программа, иллюстрирующая работу с функциональным генератором и осциллографом, моделирует процесс прохождения сигнала через RC-цепь.

Для удобства использования все созданные ВП реализованы в виде exe-файлов и размещены в системе Moodle ТГУ в электронном курсе «Основы работы с приборами комплекта NI ELVIS II+» [10]. Студентам необходимо самостоятельно поработать с созданными ВП, составить отчет по итогам работы и разместить его в электронном курсе. Работа студентов оценивается преподавателем, и эта оценка учитывается в курсах «Радиоэлектроника» и «Схемотехника аналоговых электронных устройств».

Заключение

Представленные в данной статье симуляторы прошли апробацию в весеннем семестре 2023 года. Разработанные симуляторы измерительных приборов позволяют познакомить студентов с особенностями работы измерительных устройств и их техническими характеристиками, а также приобрести начальные навыки работы с измерительным оборудованием.

Благодарности

Благодарим студентов радиофизического факультета ТГУ Гергета К.А. и Туктарова А.М. за помощь в разработке симуляторов измерительных приборов.

Литература

1. Самостоятельная работа студентов: виды, формы, критерии оценки: учеб.-метод. пособие / А.В. Меренков [и др.]. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. 80 с.
2. Степанов С.А. Критерии оценки уровня мотивации студентов к процессу инженерного образования // Инженерное образование. 2022. Вып. 31. С. 37–45.
3. Мухидова О.Н. Электронное обучение в высшем образовании // Вестн. магистратуры. 2020. № 1-5 (100). С. 43–44.
4. Кибакин С.В. Риски электронного обучения студентов колледжа и способы их минимизации // Мир науки, культуры, образования. 2021. № 1 (86). С. 127–129.
5. Пономарева М. Н. Цифровая образовательная среда профессиональной образовательной организации: направления развития // Инновационное развитие профессионального образования. 2019. № 1 (21). С. 59–65.
6. Рындак В.Г., Аллагулов А.М., Челпаченко Т.В. Цифровые технологии как средство развития инклюзивного образования // Вестн. ОГУ. 2021. № 3 (231). С. 70–78.
7. Опыт организации лабораторных работ по курсу «Основы радиоэлектроники» с использованием системы дистанционного образования MOODLE / И.О. Дорофеев [и др.] // Изв. высших учебных заведений. Физика. 2015. Т. 58, № 10-3. С. 183–187.
8. Доценко О.А., Кистенева М.Г., Лаппо А.Ю. Об опыте перехода от обучения с веб-поддержкой к дистанционному в современных условиях // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2022. Ч. 1. С. 124–127.
9. Доценко О.А., Артищев С.А. Разработка симуляторов лабораторных стендов с применением LabView для дисциплин «Материалы и компоненты электронных средств» и «Физические основы микро- и наноэлектроники» // Современное образование: повышение конкурентоспособности университетов: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2021. Ч. 2. С. 15–20.
10. Доценко О.А., Жуков А.А. Опыт использования электронного курса «Основы работы с приборами комплекта NI ELVIS II+» для организации самостоятельной работы студентов // Методические, технологические и организационные аспекты электронного обучения: сб. ст. по результатам науч.-метод. конф. Томск: НИ ТГУ, 2022. С. 8–13.
11. NI ELVIS II – Учебный курс. URL: <http://training-labview.ru/templates/standard/opencore/coreELVIS/mobile/index.html> (accessed: 06.11.2023).
12. Иншаков Ю.М., Соловьева Е.Б., Езеров К.С. Реализация перестраиваемых электрических цепей на базе измерительного комплекса NI ELVIS II // Качество. Инновации. Образование. 2019. № 5 (163). С. 3–11.
13. Интегративный подход к преподаванию схемотехники аналоговых электронных устройств в программно-аппаратной среде NI ELVIS / П.Ф. Баранов [и др.] // Современные технологии, экономика и образование: сб. материалов всерос. науч.-метод. конф. 2019. С. 151–153.
14. Ключилов А.В., Кудрявцев В.О. Виртуальный прибор для изучения операционных усилителей на платформе NI ELVIS // Науч.-техн. вестн. информ. технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19, № 4. С. 767–770.
15. Петрова Р.И., Литвинцева О.А. Элективный курс «Постоянный ток» с применением макетной платы станции NI ELVIS II // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия Гуманитарные науки. 2020. № 8-2. С. 47–49.
16. Соловьева Е.Б., Езеров К.С., Иншаков Ю.М. Выпрямление и детектирование сигналов в NI ELVIS комплексе // Качество. Инновации. Образование. 2021. № 4 (174). С. 63–71.
17. Атамасов В.В., Маленко Г.И. Измерение диэлектрической проницаемости материалов конденсаторным методом с помощью программно-аппаратного комплекса NI ELVIS II+ и LABVIEW // Сб. избр. ст. научной сессии ТУСУР. 2019. № 1-1. С. 96–98.
18. The computer laboratory workshops "The bases of electronics" / А.А. Zhukov [at al.] // 2015 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2015 - Proceedings. 2015. P. 7147045.
19. Опыт использования комплекта виртуальных измерительных приборов NI ELVIS II+ в лабораторном практикуме по курсу «Схемотехника аналоговых электронных устройств» / А.А. Жуков [и др.] // Известия вузов. Физика. 2012. Т. 55, № 8/3. С. 231–232.
20. Жуков А.А. Система программирования LabVIEW. Основы работы: учеб.-метод. пособие. Томск: СТТ, 2020. 150 с.

Доценко Ольга Александровна

Канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент каф. радиоэлектроники (РЭ) Национального исследовательского Томского государственного университета (ТГУ)
Ленина ул., д. 36, г. Томск, Россия, 634050
Доцент каф. конструирования узлов и деталей радиоаппаратуры (КУДР) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина ул., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID (0000-0001-9368-3629)
Тел.: +7 (3822) 51-23-27
Эл. почта: olga.a.dotsenko@tusur.ru

Жуков Андрей Александрович

Канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент каф. радиоэлектроники (РЭ) Национального исследовательского Томского государственного университета (ТГУ)
Ленина ул., д. 36, г. Томск, Россия, 634050
ORCID (0000-0001-6519-2988)
Тел.: +7 (3822) 41-39-73
Эл. почта: gyk@mail.tsu.ru

Dotsenko O.A., Zhukov A.A.

Experience of Developing and Using Simulators of Measuring Devices Based on LabVIEW for ‘Radio Electronics’ and ‘Circuit Engineering of Analog Electronic Devices’ subjects

The variants for organizing the students’ self-study on ‘Radio Electronics’ and ‘Circuit Engineering of Analog Electronic Devices’ subjects are considered. The LabVIEW environment allows to create virtual instrument simulators. The developed simulators of NI Elvis II+ measuring devices were placed in Moodle e-learning system of Tomsk State University and used by students for self-study training for practical and laboratory classes. It made possible to use the ‘inverted classroom’ technology when studying the topic ‘Working with Measuring Instruments’ and to provide ongoing monitoring of students’ learning results.

Keywords: LabVIEW, Moodle, independent work of students, virtual device, simulator.

References

1. Merenkov AV, et al. Samostoyatel'naya rabota studentov: vidy, formy, kriterii ocenki [Independent work of students: types, forms, assessment criteria]. Ekaterinburg: Izdatel'stvo Ural'skogo universiteta. 2016;80. (In Russ.)
2. Stepanov SA. Kriterii ocenki urovnya motivacii studentov k processu inzhenerenogo obrazovaniya [The assesment criteria for the motivation level of students for the engineering education process]. Inzhenernoe obrazovanie [Engineering education]. 2022; 31:37–45. (In Russ.)
3. Muhidova ON. Elektronnoe obuchenie v vysshem obrazovanii [E-learning in higher education]. Vestnik magistratury [Bulletin of the Master's program]. 2015; 1-5 (100): 43–44. (In Russ.)
4. Kibakin SV. Riski elektronnoho obucheniya studentov kolledzha i sposoby ih minimizacii [Risks of electronic learning of college students and methods of their minimization]. Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya [World of science, culture, education]. 2021; 1 (86): 127–129. (In Russ.)
5. Ponomareva MN. Cifrovaja obrazovatel'naja sreda professional'noj obrazovatel'noj organizacii: napravlenija

razvitiya [Digital educational environment of a professional educational organization: directions of development]. Innovacionnoe razvitiye professional'nogo obrazovaniya [Innovative development of professional education]. 2019; 1 (21): 59–65. (In Russ.)

6. Ryndak VG, Allagulov AM, Chelpachenko TV. Cifrovye tekhnologii kak sredstvo razvitiya inkluzivnogo obrazovaniya [Digital technologies as a means of developing inclusive education]. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Orenburg State University]. 2021; 3 (231): 70–78. (In Russ.)

7. Dorofeev IO, et al. Opyt organizacii laboratornyh rabot po kursu "Osnovy radioelektroniki" s ispol'zovaniem sistemy distancionnogo obrazovaniya MOODLE [Experience of laboratory work on course "The bases of electronics" using distance learning system MOODLE]. Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Fizika [News of higher educational institutions. Physics] 2015; 10-3 (58): 183–187. (In Russ.)

8. Dotsenko OA, Kisteneva MG, Lappo AYu. Ob opyte perekhoda ot obucheniya s web-podderzhkoj k distancionnomu v sovremennyh usloviyah [Experience of Transition from Web-Based to Distance Learning in Modern Conditions]. Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii. Ch. 1. [Modern education: integration of education, science, business and government. Proc. of the international scientific and methodological conference. Part 1]. Tomsk: TUSUR. 2022; 124-127. (In Russ.)

9. Dotsenko OA, Artishchev SA. Razrabotka simulyatorov laboratornyh stendov s primeneniem LabView dlya disciplin «Materialy i komponenty elektronnyh sredstv» i «Fizicheskie osnovy mikro- i nanoelektroniki» [Development of a Laboratory Bench Simulator Using LabView]. Sovremennoe obrazovanie: povyshenie konkurentosposobnosti universitetov: ma-ter. mezhdunar. nauch. -metod. konf. Ch. 2. [Modern education: increasing the competitiveness of universities. Proc. of the international scientific and methodological conference. Part 2]. Tomsk. TUSUR. 2021; 15–20. (In Russ.)

10. Dotsenko OA, Zhukov AA. Opyt ispol'zovaniya elektronnoho kursa "Osnovy raboty s priborami komplekta NI Elvis II+" dlya organizacii samostoyatel'noj raboty studentov [Experience of using the electronic course "Basics of working with NI Elvis II+ kit devices" for organizing students' independent work]. Metodicheskie, tekhnologicheskie i organizacionnye aspekty elektronnoho obucheniya. Sbornik statej po rezul'tatam nauchno-metodicheskoj konferencii [Methodological, technological and organizational aspects of e-learning. Col-lection of articles based on the results of the scientific and methodological conference]. Tomsk. TSU. 2022; 8–13. (In Russ.)

11. NI ELVIS II – Uchebnyj kurs. [NI ELVIS II – Training course] Available from: <http://training-labview.ru /templates/standard/opencore/coreELVIS/mobile/index.html> [Accessed: 06 November 2023]. (In Russ.)

12. Inshakov YuM, Solov'eva EB, Ezerov KS. Realizaciya perestraivaemyh elektricheskikh tsepej na baze izmeritel'nogo kompleksa NI ELVIS II [Implementation of the rebuilt electrical circuits based on the NI ELVIS II measuring complex], Kachestvo. Innovacii. Obrazovanie. [Quality. Innovation. Education]. 2019; 5(163): 3–11. (In Russ.)

13. Baranov PF, Silushkin SV, Cimbalist EI, et al. Integrativnyj podhod k prepodavaniyu skhemotekhniki analogovyh elektronnyh ustrojstv v programmno-apparatnoj srede NI

ELV-IS [An integrative approach to teaching circuit design of analog electronic devices in the NI ELVIS software and hardware environment]. *Sovremennye tekhnologii, ekonomika i obrazovanie. Sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-metodicheskoy konferencii* [Modern technologies, economics and education. Collection of materials of the All-Russian Scientific and Methodological Conference]. 2019; 151–153. (In Russ.)

14. Klyusilov AV, Kudryavcev VO. Virtual'nyj pribor dlya izucheniya operacionnyh usilitelej na platforme NI ELVIS [Virtual instrument for studying operational amplifiers on the NI ELVIS platform]. *Nauchno-tekhnicheskij vestnik informacionnyh tekhnologij, mekhaniki i optiki* [Scientific and Technical Bulletin of Information Technologies, Mechanics and Optics]. 2019; 4(19): 767–770. (In Russ.)

15. Petrova RI, Litvintseva OA. Elektivnyj kurs "Postoyannyj tok" s primeneniem maket-noj platy stancii NI ELVIS II [Elective course "DC" using the NI ELVIS II station breadboard]. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Gumanitarnye nauki* [Modern science: current problems of theory and practice. Series: Humanities]. 2020;8-2: 47–49. (In Russ.)

16. Solov'eva EB, Ezerov KS, Inshakov YuM. Vypryamlenie i detektirovanie signalov v NI ELVIS komplekse [Rectification and detection of signals in the NI ELVIS complex], *Kachestvo. Innovacii. Obrazovanie*. [Quality. Innovation. Education]. 2021; 4(174): 63–71. (In Russ.)

17. Atamasov VV, Malenko GI. Izmerenie dielektricheskoj pronicaemosti materialov kondensatornym metodom s pomoshch'yu programmno-apparatnogo kompleksa NI ELVIS II+ i LABVIEW [Measurement of the dielectric permeability of materials by the capacitor method using the NI ELVIS II+ and LABVIEW hardware and software complex], *Sbornik izbrannyh statej nauchnoj sessii TUSUR* [Collection of selected articles from the TUSUR scientific session]. 2019; 1-1: 96–98. (In Russ.)

18. Zhukov AA, et al. The computer laboratory workshops 'The bases of electronics'. 2015 International Siberian Confer-

ence on Control and Communications, SIBCON 2015 - Proceedings. 2015; 7147045.

19. Zhukov AA, et al. Opyt ispol'zovaniya kompleksa virtual'nyh izmeritel'nyh priborov NI ELVIS II+ v laboratornom praktikume po kursu 'Skhemotekhnika analogovyh elektronnyh ustrojstv' [Experience of using a set of virtual measuring instruments NI ELVIS II+ in a laboratory workshop 'Circuit design of analog electronic devices']. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Fizika* [News of higher educational institutions. Physics]. 2012; 8/3(55): 231–232. (In Russ.)

20. Zhukov AA. Sistema programirovaniya LabVIEW. Osnovy raboty [LabVIEW programming system. Basics of work]. Tomsk: STT; 2020. (In Russ.)

Olga A. Dotsenko

Candidate of Physics and Mathematics, Assistant Professor, Department of Radioelectronics, National Research Tomsk State University (TSU)

36, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

Department of Design of Units and Components for Radioelectronic Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

ORCID (0000-0001-9368-3629)

Phone: +7 (382-2) 51-23-27

Email: olga.a.dotsenko@tusur.ru

Andrey A. Zhukov

Candidate of Physics and Mathematics, Assistant Professor, Department of Radioelectronics, National Research Tomsk State University (TSU)

36, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

ORCID (0000-0001-6519-2988)

Phone: +7 (382-2) 41-39-73

Email: gyk@mail.tsu.ru

УДК 378.147

Н.А. Ярушкина

РОЛЬ ИНТЕРАКТИВНОЙ МАТЕМАТИКИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ПРОРЫВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Показана необходимость трансформации методики преподавания математики в современных условиях, проведен обзор современных технологических прорывов, на примере которых продемонстрирована необходимость освоения математики как фундаментальной науки. Обоснована значимая роль и эффективность интерактивных методов обучения математике при подготовке специалистов в области прорывных технологий. Приведены примеры интерактивных методов, способствующих развитию требуемых современному специалисту компетенций.

Ключевые слова: математика, интерактивные методы, прорывные технологии, подготовка специалистов.

На всех этапах научно-технического прогресса математика играла особо значимую роль, выступая фундаментом разработки и внедрения новых технических и технологических решений, требуя при этом параллельно с научно-техническим прогрессом установления и обновления требований к уровню математического образования в вузах, что обуславливает актуальность представленного направления исследования. Изучение математики стало системообразующим в инженерном образовании, развивая познавательные способности обучающихся, в том числе абстрактное, логическое и алгоритмическое мышление, решение нетривиальных задач, а также готовность и возможность генерировать инновационные идеи, столь необходимые для принятия современных технико-технологических решений.

Однако возникающие при этом проблемы, такие как низкая мотивация обучающихся, невысокий уровень базовой математической подготовки, «боязнь» математики и т.д., потребовали трансформировать подходы к обучению, переходя от традиционных форм и методов к инновационным, учитывающим индивидуальные особенности обучающихся и дающим возможность изучения материала по персонализированной образовательной траектории. Данный факт определил цель настоящего исследования – обоснование значимой роли и эффективности применения интерактивных методов обучения математике (в частности, в смешанном формате) при подготовке специалистов в области прорывных технологий.

Методологической и теоретической базой при этом послужили труды отечественных и зарубежных исследователей. Междисциплинарный характер работы обусловил необходимость использования результатов исследований в таких областях, как педагогика, математика, искусственный интеллект, кибернетическая безопасность и др. Для достижения поставленной цели использовался системный подход. Примеры, сопровождающие теоретические положения, демонстрируют интерактивные методы.

В настоящее время такие качества человека, как логика, способность анализировать сложные структуры и корректно применять алгоритмы, становятся ключе-

выми при решении задач в различных сферах. Поэтому преподаватели должны обеспечивать непрерывное развитие этих навыков у своих учеников. В связи с возникшей в настоящее время необходимостью подготовки специалистов в области прорывных технологий изучение математики в вузе должно стать более углубленным и направленным на решение конкретных прикладных задач. Для этого создаются специализированные центры и фонды, поддерживающие развитие инженерного образования с мощным математическим фундаментом. Примерами тому стали АНО «Платформа НТИ», Фонд НТИ и Университет 2035, открытие в 2020 году на базе ННГУ научно-образовательного математического центра «Математика технологий будущего», целью которого является развитие математических исследований мирового уровня в области нелинейной динамики и её приложений, ориентированных на создание математических методов и вычислительных технологий для решения приоритетных задач в различных областях естествознания, экологии, медицины и техники, а также подготовка высококвалифицированных кадров в области математики, прикладной математики, информатики и механики для разработки новых прорывных технологий [1] и т.д.

С целью систематизации информации о текущем развитии прорывных технологий проводятся аналитические исследования и составляются рейтинги, дающие понимание о перспективах как в технологическом развитии, так и в образовании, обеспечивающем производственную сферу высококвалифицированными кадрами. Так, согласно данным РБК, в ТОП-10 прорывных российских технологий 2021 года, отмеченных ежегодной премией «Технологический прорыв», присуждающейся лидерам проектов, ученым и разработчикам продуктов за достижения в технологическом развитии страны и вклад в российский бизнес, вошли [2]: Беспилотники, Медицина (премией «Технологический прорыв» отмечено несколько российских решений – как чисто медицинских, так и с сильной ИТ-составляющей), Медицинские помощники, Транспорт и логистика (премией отмечено аэротакси «ХOVER» и

новые решения, которые делают перемещения в общественном транспорте более удобными и безопасными), Новые материалы, Атомная энергетика (отмечены разработки новых видов топлива от дивизионов «Росатома», которые соответствуют «зеленой» повестке), Цифровые двойники, Экзоскелеты для преодоления барьеров, Квантовые технологии для коммуникаций, Космос.

В отчете VTT (Technical Research Centre of Finland Ltd) – государственного исследовательского центра Финляндии – о тенденциях технологического развития в мире на 2023 год выделены три области, в которых в настоящее время происходят захватывающие технологические изменения: это мобильность, здравоохранение и материальные технологии. Кроме того, в отчете выделяются межотраслевые прорывные технологии, к числу которых относятся [3]:

- 1) человекоподобный искусственный интеллект;
- 2) технологии кибербезопасности;
- 3) 3D-печать;
- 4) метавселенная и новые реальности;
- 5) квантовые вычисления;
- 6) водород;
- 7) улавливание углерода.

Математика лежит в основе создания и развития программного обеспечения, а также в процессе решения сложных задач в области информационных технологий. Математические знания позволяют специалисту в области IT оперировать абстрактными понятиями и моделями, разбираться в сложных системах, понимать причинно-следственные связи и строить логические цепочки рассуждений.

Сложно переоценить роль математики в области прорывных технологий, например в развитии искусственного интеллекта (ИИ). Математика предоставляет широкий спектр инструментов, необходимых для создания и оптимизации искусственного интеллекта, являясь неотъемлемой частью разработки алгоритмов последнего. Для успешного создания искусственного интеллекта необходимы глубокие знания в области математики, включая линейную алгебру, теорию вероятностей и математическую статистику. Линейная алгебра используется для описания и анализа многомерных данных, которые часто встречаются при работе с ИИ. Теория вероятностей и математическая статистика позволяют оценивать вероятности и статистические свойства данных. Математические знания позволяют инженерам создавать эффективные, масштабируемые точные и надежные системы искусственного интеллекта, а понимание математических основ управления дает возможность разработчикам создавать сложные алгоритмы и модели, которые используются в автоматическом управлении и машинном обучении.

Такая область искусственного интеллекта, как машинное обучение, изучает алгоритмы и статистические модели, которые компьютеры используют для

обработки и анализа данных, разработки и обучения алгоритмам, позволяющим компьютерам обучаться и принимать решения на основе данных. Ключевые разделы математики в машинном обучении [4]:

1) линейная алгебра, используемая для представления и обработки данных в виде векторов и матриц, поиска собственных значений и векторов линейных операторов, а также для решения систем линейных уравнений;

2) математический анализ, позволяющий исследовать функции и их свойства, а также применять методы дифференциального и интегрального исчисления для оптимизации алгоритмов машинного обучения;

3) теория вероятностей, обеспечивающая возможность оценивать вероятности различных событий и принимать решения на основе этих вероятностей;

4) математическая статистика, предоставляющая инструменты и методы для анализа данных, построения моделей и принятия статистических выводов, а также позволяющая извлекать из данных информацию, необходимую для прогнозирования и принятия решений.

В свою очередь изучение новых методов и алгоритмов машинного обучения необходимо для улучшения производительности систем и развития новых технологий, таких как самоуправляемые автомобили или системы диагностики заболеваний [5].

Математические модели позволяют анализировать большие объемы данных и выявлять закономерности, что в свою очередь может помочь компьютерной системе принимать более точные и интеллектуальные решения. Для достижения наилучших результатов в искусственном интеллекте необходимо минимизировать ошибки алгоритмов. Статистический анализ данных помогает уменьшить вероятность ошибок. С использованием статистических методов и моделей можно определить, какие параметры наиболее значимы для решения конкретной задачи, а какие данные следует исключить из анализа. Для реализации более эффективных алгоритмов искусственного интеллекта требуется применение математической оптимизации, в частности настройка параметров нейросетей и выбор оптимальной из множества альтернатив. Нейронные сети, которые являются основой глубокого обучения, также основаны на математических принципах. Используя линейную алгебру и теорию вероятностей, нейронные сети обрабатывают данные и настраивают свои параметры для достижения высокой точности предсказаний.

Квантовая математика изучает связь между квантовой физикой и математикой. Она используется для разработки квантовых компьютеров и других технологий, которые не могут быть достигнуты классическими методами.

Математика играет немаловажную роль в кибербезопасности. Защита данных и обеспечение их без-

опасности являются ведущими задачами в области информационных технологий. Математические методы и алгоритмы используются для создания криптографических систем и шифров, обеспечивающих целостность и конфиденциальность информации. В частности, важен математический анализ, дающий инструментарий для анализа данных, формулировки выводов и принятия решений на основе полученных результатов выявлять аномалии, обнаруживать угрозы и предотвращать кибератаки. Математико-статистические методы и модели позволяют выстраивать эффективные системы защиты и идентификации. Специалистам требуется глубокое понимание математических основ криптографии, в том числе знание алгебры, теории чисел, теории вероятностей и математической статистики, необходимых для создания защищенных каналов связи, шифрования и дешифрования данных, аутентификации и управления ключами.

Алгебраическая геометрия – это область математики, изучающая алгебраические объекты, такие как алгебраические многообразия, посредством их отображений на пространство координат. Алгебраическая геометрия – это изучение нулей многочленов. Оно имеет множество применений в науке. Алгебраическая геометрия продолжает оставаться очень активной областью исследований, связанной со многими другими областями математики, включая алгебру, комбинаторику, комплексный анализ, дифференциальную геометрию, логику, математическую физику, теорию чисел, теорию представлений, симплектическую геометрию и топологию. Эта область математики используется в криптографии, кодировании информации, теории чисел и других разделах математики. При разработке криптографических методов алгебраическая геометрия используется для создания защищенных протоколов и систем кодирования информации. Одним из недавних достижений в алгебраической геометрии стала разработка новых методов и техник, с помощью которых медики смогут быстро проводить анализ данных и диагностировать различные заболевания [5].

Таким образом, математические знания являются неотъемлемой частью работы в области кибербезопасности. Они позволяют разрабатывать надежные и безопасные системы, анализировать и исправлять уязвимости, а также эффективно реагировать на новые вызовы и угрозы в сфере информационной безопасности.

В механике математические методы используются для моделирования, анализа и оптимизации движения тел. В инженерии математика позволяет разрабатывать новые технические устройства и системы, а также оптимизировать уже существующие.

Несмотря на понимание необходимости в освоении различных разделов математики, у современных студентов зачастую недостаточно мотивации к их изучению. Это отчасти связано с традиционными, но недостаточно эффективными в современном образо-

вании, методами обучения. Решением задачи повышения мотивации может стать использование интерактивных методов (*interactive learning methods*) – методов обучения, построенных на активном взаимодействии обучающихся с преподавателем, контентом и между собой [6].

Аудиторная работа на занятиях по математике (как на лекциях, так и на практических занятиях) вне зависимости от тематики, безусловно, предполагает мозговую штурм (мозговую атаку) – процесс совместного генерирования идей и обмена мнениями, при котором участники высказывают максимальное количество предложений по решению поставленной проблемы за короткий промежуток времени [7]. По итогам проводится критическая оценка полученных решений и выбираются наиболее применимые на практике. Типичным примером может служить следующий. При изучении темы «Интегральное исчисление» студентам дается задание на нахождение неопределенного интеграла и задается вопрос, каким методом можно найти данный интеграл.

После высказывания предположений предлагается найти решение тем методом, который каждый студент считает правильным. Через определенный промежуток времени решение проверяется, сверяются методы и результаты.

Не менее эффективен метод кейсов – анализ ситуации для выявления проблем, эффективных вариантов решений и возможности практического применения полученных знаний. Кейсы стимулируют и развивают активную познавательную деятельность [8], что способствует приобретению инновационных компетенций обучающихся. Несмотря на мнение, что кейсы по математике составлять сложнее, чем по гуманитарным дисциплинам, можно говорить о том, что если преподаватель умеет не только слушать, но и слышать студентов, то они сами подсказывают тематику актуальных для них кейсов. Остается лишь придумать название кейсу и обязательно упомянуть прототипа. Кейс захватывает и удерживает внимание обучающихся в значительной степени за счет сторителлинга (англ. *storytelling* – «рассказывание историй») – приема, который помогает донести информацию через рассказ или историю. Это будет способствовать запоминанию материала отчасти на ассоциациях, к которым привыкли студенты младших курсов – еще недавние школьники. Примером может служить кейс по решению систем линейных алгебраических уравнений «А точно это метод Гаусса?», необходимость изучения которых показана выше.

Приведем одну из формулировок кейса.

Во время практического занятия по математике студенту 1-го курса Илье было дано задание: найти решение системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) всеми известными методами; результаты решения воспроизвести в вычислительной системе

MathCad. Илья назвал матричный метод, метод Крамера и метод Гаусса. Но тут у Ильи возникло сомнение: «Кажется, что есть еще один метод», – сказал Илья. Преподаватель предложил найти решение СЛАУ, выражая из уравнений переменные и подставляя их последовательно в другие уравнения: «Помните, как нас в школе учили». Подумав, Илья решил, что это и есть метод Гаусса, только в школе его так не называли. Прав ли Илья?

Для ответа на этот вопрос:

- 1) исследуйте СЛАУ на совместность;
- 2) найдите решение СЛАУ всеми известными методами, в т.ч. методом Гаусса, подробно раскрывая все шаги алгоритма;
- 3) сравните алгоритмы решения;
- 4) найдите решение СЛАУ в MathCad.

P.S. Илья забыл, что в MathCad существует функция, позволяющая быстро находить решение СЛАУ. Найдите решение, вспомнив, какая это функция, и какой метод в ней реализован.

Далее студентам предлагаются различные варианты систем линейных алгебраических уравнений, по итогам решения которых они дают ответ на вопрос: «Прав ли Илья?».

Каждый современный специалист, особенно в сфере IT, зачастую сталкивается с необходимостью программировать, в том числе заниматься отладкой программы, предусматривающей поиск и устранение ошибок. В таком случае уже студентами такие специалисты с интересом решают задачи на поиск ошибок. Это актуализирует применение интерактивных заданий-провокаций (возможно, софизмов, тренирующим логическое мышление), выполнение которых может быть индивидуальным (возможно, с использованием цифрового контента), групповым или может быть организовано в форме спарринг- партнерства – разновидности парной работы (работы в мини-группах), в которой студенты, исполняя роль соперников в состязании, выполняют задания по заранее заданному педагогом алгоритму. Следует отметить, что спарринг-партнерство актуально не только при поиске ошибок, но и при решении аналитических задач. Примером может быть задание со взаимным оцениванием «У кого интеграл кривее», возможно, реализуемое с использованием электронной образовательной среды Moodle (элемент Семинар). Суть задания:

1. Студенты разбиваются на пары (преподавателем или самостоятельно).

2. В каждой паре спарринг-партнеры выбирают задание друг для друга из списка, представленного преподавателем (преподаватель предупреждает студентов о том, что контур интегрирования должен быть максимально «кривым»).

3. Получив задание, студенты определяют и строят контур, по которому вычисляют интеграл, определив по контуру пределы интегрирования.

4. Спарринг-партнеры обмениваются решениями и проводят взаимное оценивание результата.

Таким образом данное задание, развивая скорость мышления, позволяет выявить наиболее «сильных» партнеров, а также проверить (еще на этапе выбора контура), насколько хорошо студенты ориентируются в видах кривых и способах их задания.

Приведенный перечень примеров использования интерактивов в образовательном процессе далеко не исчерпывающий. Так, например, навыки поиска и систематизации информации могут развиваться у студентов посредством применения web-квестов, результаты которых могут быть представлены как страницы сайта, тем самым способствуя получению навыков их создания. Критическое и креативное мышление, необходимое в профессиональной деятельности в области прорывных технологий, может формироваться у обучающихся во время групповой работы над проектами, при проведении конференций и баркемпов, тематику которых предлагают сами студенты и, соответственно, активно обсуждают представленные результаты.

Таким образом, можно констатировать, что интерактивная математика не только стимулирует интерес студентов к обучению, но и позволяет развивать навыки, формировать инновационные компетенции, столь необходимые современному специалисту в области прорывных технологий.

Литература

1. Математика технологий будущего. URL: <http://www.unn.ru/site/about/news/matematika-tekhnologij-budushchego> (дата обращения: 02.11.2023).
2. Селезнев М. Какие прорывные решения появились в 2021 году и куда они нас приведут. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/cmrm/61c980479a79470bbe491f9?page=tag&nick=startups> (дата обращения: 25.10.2023).
3. Прогноз технологического развития. Год 2023. URL: <https://www.vseobumage.ru/3731/> (дата обращения: 27.10.2023).
4. Дайзенрот М.П., Чен С.О., Альдо Ф.А. Математика в машинном обучении. СПб.: Питер, 2024. 512 с.
5. Доклад по математике 2023: новые тенденции и перспективы – Пицца для ума. URL: <https://food-receptkphoto.ru/doklad-po-matematike-2023-novye-tendentsii-i-perspektivy/> (дата обращения: 19.10.2023).
6. Мужикова А.В. Интерактивное обучение математике в вузе // Вестн. Сыктывкарского ун-та. Сер. 1. 2015. Вып. 1 (20). С. 74–90.
7. Мухина Т.Г. Активные и интерактивные образовательные технологии (формы проведения занятий) в высшей школе. Н. Новгород: ННГАСУ, 2013. 97 с.
8. Савельева М.Г. Педагогические кейсы: конструирование и использование в процессе обучения и оценки компетенций студентов. Ижевск: УдГУ, 2013. 94 с.

Ярушкина Наталья Анатольевна

Канд. экон. наук, доцент, доцент каф. промышленной электроники (ПрЭ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
 ORCID ID 0000-0003-1732-694X
 Тел.: +7 (913) 825-28-15
 Эл. почта: yna@ie.tusur.ru

N.A. Yarushkina

Role of Interactive Mathematics in Training Specialists in the Field of Breakthrough Technologies

The necessity of transforming the methodology of teaching mathematics in modern conditions is presented. The review of modern breakthrough technologies demonstrating the need to master mathematics as a fundamental science is provided. The significant role and effectiveness of interactive methods of teaching mathematics are substantiated. Examples of interactive methods contributing to the development of some competencies of a modern specialist are given.

Keywords: mathematics, interactive methods, breakthrough technologies, specialist training.

References

1. Matematika tekhnologii budushchego [Mathematics of future technologies]. Available from: <http://www.unn.ru/site/about/news/matematika-tekhnologij-budushchego> [Accessed: 02 November 2023]. (In Russ.)
2. Seleznev M. Kakie proryvnye resheniya poyavilis' v 2021 godu i kuda oni nas privedut [What breakthrough solutions appeared in 2021 and where will they lead us]. Available from: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/cmrm/61c980479a79470bbe491f9?page=tag&nick=startups> [Accessed: 25 October 2023]. (In Russ.)
3. Prognoz tekhnologicheskogo razvitiya. God 2023 [Forecast of technological development. Year 2023]. Available from:

<https://www.vseobumage.ru/3731/> [Accessed: 27 October 2023]. (In Russ.)

4. Daizenrot MP, Chen SO, Al'do FA. Matematika v mashinnom obuchenii. [Mathematics in machine learning]. SPb: Piter; 2024. (In Russ.)

5. Doklad po matematike 2023: novye tendentsii i perspektivy – Pishcha dlya uma [Mathematics report 2023: new trends and prospects - Food for thought]. Available from: <https://food-receptkphoto.ru/doklad-po-matematike-2023-novye-tendentsii-i-perspektivy/> [Accessed: 19 October 2023]. (In Russ.)

6. Muzhikova AV. Interaktivnoe obuchenie matematike v vuze [Interactive teaching of mathematics at university]. Vestnik Syktyvskarskogo universiteta [Bulletin of the Syktyvkar University]. 2015;1(20):74–90. (In Russ.)

7. Mukhina TG. Aktivnye i interaktivnye obrazovatel'nye tekhnologii (formy provedeniya zanyatii) v vysshei shkole [Active and interactive educational technologies (forms of conducting classes) in higher education]. N. Novgorod: NNGASU; 2013. (In Russ.)

8. Savel'eva MG. Pedagogicheskie keisy: konstruirovaniye i ispol'zovaniye v protsesse obucheniya i otseni kompetentsii studentov. [Pedagogical cases: construction and use in the process of teaching and assessing student competencies]. Izhevsk: Ud-GU; 2013. (In Russ.)

Natalia A. Yarushkina

Candidate of Economic Sciences, Assistant Professor, Department of Industrial Electronics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
 40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
 ORCID (0000-0003-1732-694X)
 Phone: +7 (913-8) 25-28-15
 Email: yna@ie.tusur.ru

УДК 621.382

С.Г. Михальченко, Е.П. Дедюлина, А.С. Кротова, Л.О. Фомина

РАЗРАБОТКА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНОЛОГИЯ ОТЛАДКИ ПРОГРАММ ДЛЯ ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ СХЕМЫ»

Рассматривается разработка учебной дисциплины с целью подготовки специалистов по проектированию схемотехнических устройств, работающих под управлением программируемой логической интегральной схемы. Представлены результаты разработки методических пособий для лабораторных работ на языках описания аппаратуры VHDL и System Verilog.

Ключевые слова: ПЛИС, методическое пособие, лабораторная работа, язык описания аппаратуры, VHDL, System Verilog.

Системы управления (СУ), требующие функционирования в режиме реального времени, реализуются с использованием программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС). Также ПЛИС применяются в высоконагруженных системах обработки сигналов. Специалисты в области схемотехники должны обладать навыками разработки СУ, обработки сигналов на основе ПЛИС и создания программного обеспечения (ПО) для данного типа микросхем.

Целью проекта является разработка совместной с фирмой ЛЭМЗ–Т учебной дисциплины «Технология отладки программ для ПЛИС». Проект способствует подготовке специалистов по проектированию схемотехнических устройств, работающих под управлением ПЛИС, и разработке ПО для них.

ПЛИС представляет собой электронный компонент, используемый для создания цифровых интегральных схем [1]. В отличие от обычных цифровых микросхем, логика работы ПЛИС не определяется при изготовлении, а задается посредством программирования (проектирования). Для программирования ПЛИС используются языки описания аппаратуры HDL (Hardware Description Language). Среди них наибольшей популярностью пользуются Verilog (и его диалекты, в частности System Verilog) и VHDL. Описание аппаратуры на языках программирования ПЛИС задает структуру схемы, то есть с помощью языка описывается количество входов и выводов микросхемы, их связи, а также функционал, который будет выполняться [2].

В сравнении с микроконтроллером ПЛИС выигрывает в быстродействии при одной и той же тактовой частоте благодаря распараллеливанию вычислений и больших возможностях конвейерной обработки [3]. Микроконтроллер выигрывает в простоте реализации алгоритмов. Разработчик ПО микроконтроллера тратит меньше времени на разработку и программирование. Однако у устройства, работающего на базе ПЛИС, скорость и точность выполнения программ будет выше.

Для подготовки студентов направлений 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» разрабатывается курс «Программирование ПЛИС», в рамках курса подготовлены четыре методических пособия для ла-

бораторных работ с последовательным повышением сложности. Для описания устройств на языках аппаратуры выбрано бесплатное ПО Vivado Design Suite HLx Editions.

Лабораторная работа № 1. Основы программирования на языках описания аппаратуры VHDL и System Verilog

Лабораторная работа выполняется на обоих языках описания аппаратуры, чтобы студент мог на практике ощутить разницу между этими языками и выбрать наиболее подходящий для себя. Последующие лабораторные работы реализуются на одном выбранном студентом языке. Все методические указания к лабораторным работам содержат примеры на двух языках описания аппаратуры.

Методическое указание по лабораторной работе включает пояснения синтаксиса VHDL и System Verilog. Также данная лабораторная работа обучает студента базовым функциям САПРа Vivado, таким как синтез и отладка программы.

В работе проводится только симуляция написанной программы, прошивка на отладочной плате реализуется в последующих лабораторных работах.

Пример варианта № 1 задания лабораторной работы: необходимо реализовать мультиплексор, представленный на рис. 1, используя конструкцию if-else.

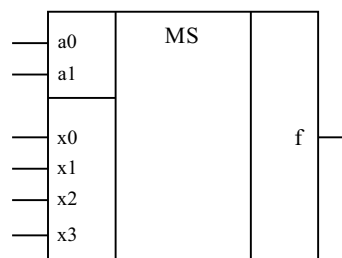


Рис. 1. Мультиплексор

Также студент, проводя симуляцию, должен сформировать сигналы, которые подаются на входы мультиплексора. Периоды сигналов информационных входов x_0 , x_1 , x_2 , x_3 задаются через математические выраже-

ния, приведенные в каждом варианте. Сделано это для того, чтобы студент лучше ознакомился с математической частью языков описания аппаратуры.

На рис. 2 приведен результат выполнения первого варианта задания лабораторной работы № 1. Эпоэры должны показывать правильность работы мульти-

плексора, приведенного на рис. 1: на выходе f должны формироваться сигналы информационных входов в соответствии с числом, набранным на управляющих входах ($a[1:0]$) мультиплексора. Должны быть продемонстрированы все варианты состояния управляющих сигналов.

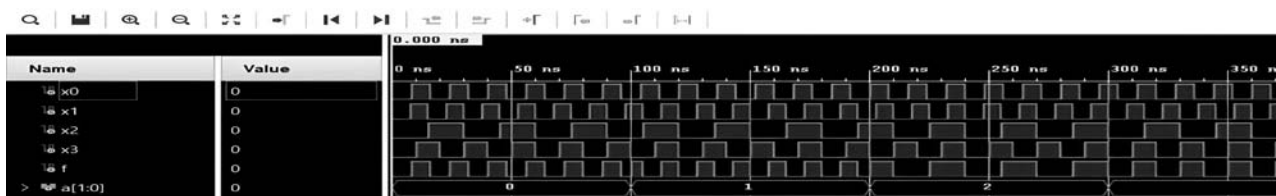


Рис. 2. Пример результата лабораторной работы № 1

Лабораторная работа № 2. Модуль управления светодиодами на основе счетчика

В лабораторной работе студент должен разработать модуль, реализующий мигание четырех встроенных на плату светодиодов на основе счетчика. При этом счетчик должен быть сбрасываемым.

После реализации модуля мигания светодиодов студенту необходимо создать файл ограничений (Constraints), чтобы связать физические ножки микро-

схемы, к которым подключены светодиоды, с портами интерфейса программного модуля.

Также обучающимся предстоит создать свою первую прошивку ПЛИС и проверить результат работы не только в окне симуляции, но и на реальной отладочной плате.

Результат симуляции лабораторной работы представлен на рис. 3.

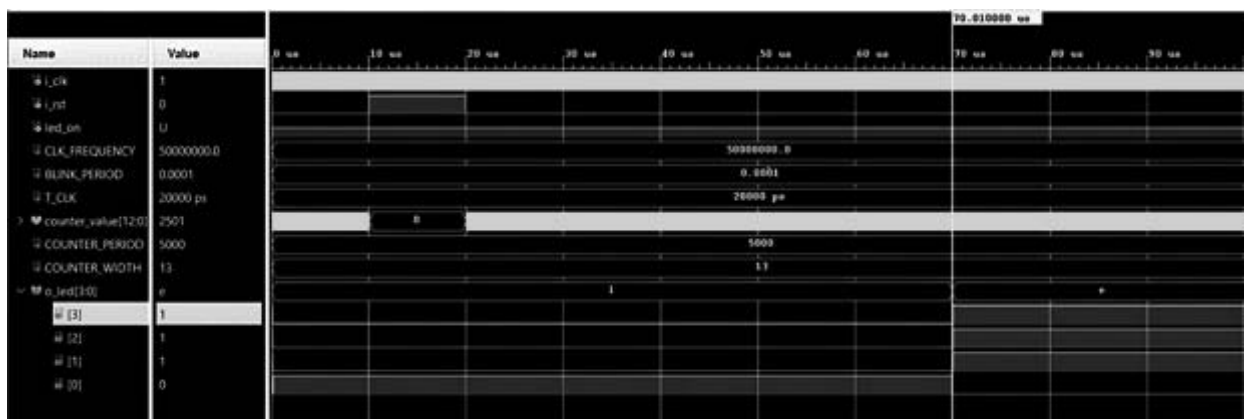


Рис. 3. Результат симуляции лабораторной работы № 2

Рис. 3 отображает корректно выполненное задание. На эпоэрах показана работа счетчика (counter value), сброс счетчика (i_rst – регистр сброса), мигание светодиодов ($o_led[3:0]$). Счетчик будет производить сброс значений только по сигналу i_rst , и значения счетчика будут повторяться с периодом 2 в степени COUNTER WIDTH тактов.

В заключении лабораторной работы прошивка должна иметь результат, аналогичный симуляции.

Лабораторная работа № 3. Модуль управления светодиодами на основе автомата состояний

В лабораторной работе студент научится разрабатывать автоматы состояний двумя способами: при помощи условных операторов и при помощи логических

уравнений. Реализованные автоматы состояний должны управлять светодиодами.

Автомат состояний (англ. finite-state machine – FSM) – это математическая абстрактная модель, содержащая конечное число логических состояний [4].

Методическое указание включает в себя теоретическую часть, которая поясняет реализацию автомата состояния и содержит примеры создания простого автомата состояний на двух языках описания аппаратуры.

На рис. 4 изображен пример автомата состояний, описываемый в методическом указании.

Методическое указание делится на две части. В первой части дается пояснение, как сделать автомат состояния, приведенный на рис. 4, при помощи услов-

ных операторов. Во второй части объясняется создание такого же автомата, но уже с использованием логического уравнения в совершенной дизъюнктивной нормальной форме.

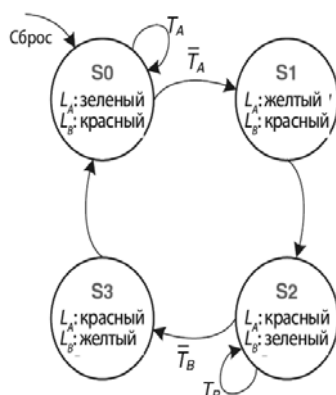


Рис. 4. Пример автомата состояний

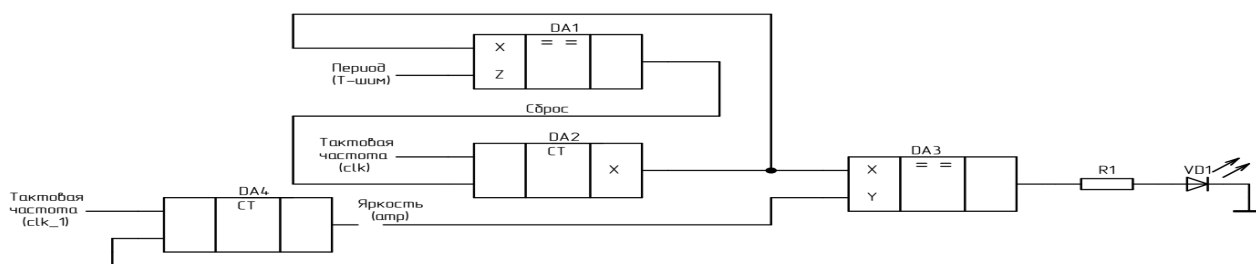


Рис. 5. Модули, реализующиеся в лабораторной работе № 4

ШИМ с цифровым управлением выполняется на счетчике и двух компараторах. Задаются константы: период, тактовая частота и яркость горения светодиода. На счетчик DA2 поступает тактовая частота, на выходе формируется двоичный код. Компаратор DA3 сравнивает двоичный код счетчика с заданной яркостью и если $X < Y$, то на светодиод поступает уровень логической «1» и он загорается. Если $X > Y$, то на светодиод поступает уровень логического «0» и он находится в потухшем состоянии. Компаратор DA1 необходим для управления периодом ШИМ. Если число на выходе счетчика достигает значения заданного числа T-шим ($X=Z$), то счетчик сбрасывается. Счетчик DA4 не используется в начале работы.

После того как студент научился управлять периодом ШИМ, ему предстоит реализовать изменение яркости светодиода по индивидуальному заданию при помощи ШИМ. Необходимо использовать счетчик DA4, на вход которого подается тактовая частота (clk_1). Clk_1 задается ниже, чем clk , для того чтобы яркость светодиода плавно изменялась со временем. Период мигания светодиода зависит от значения тактовой частоты и разрядности счетчика.

В итоге лабораторной работы студент научится управлять ШИМ-сигналом, решая свое индивидуальное задание, например реализует «бегущие огни»

На основе теоретического материала и примеров, представленных в методическом указании, студенты реализуют автомат состояния двумя способами согласно своему варианту.

Лабораторная работа № 4. Модуль управления светодиодами на основе широтно-импульсной модуляции (ШИМ)

В лабораторной работе студент создает и проверяет на симуляторе модуль, реализующий изменение яркости светодиода на плате с помощью ШИМ.

ШИМ – тип цифрового сигнала, который модулирует ширину импульса, задающую длительность открытого и закрытого состояния коммутационных элементов (транзисторов), дозирующих мощность, передаваемую из источника энергии в нагрузку, регулируя таким образом скорость вращения, мощность, положение или другие параметры управляемого устройства.

На рис. 5 представлена схема, которую студент реализует в ходе выполнения лабораторной работы.

(плавно загорается и гаснет первый светодиод, затем второй и т.д.).

Заключение

Разработка и внедрение дисциплины «Технология отладки программ для программируемой логической интегральной схемы» направлены на подготовку специалистов, которые владеют как схемотехническими знаниями, так и знаниями в области ИТ. Спрос на специалистов в области ПЛИС растет, что повышает востребованность и вероятность трудоустройства выпускников.

Литература

1. Строганов А.В. Системное проектирование программируемых логических интегральных схем: учеб. пособие. Воронеж: Воронежский гос. техн. ун-т, 2012. 322 с.
2. Шульгина Ю.В., Костина М.А., Солдатов А.И. Цифровая схемотехника на языке Verilog HDL: учеб. пособие. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2021. 121 с.
3. Максфилд К. Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца : пер. с англ. М.: Додэка-XXI, 2007. 408 с.
4. Харрис Д.М., Харрис С.Л. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера : пер. с англ. М.: ДМК Пресс, 2018. 792 с.

Михальченко Сергей Геннадьевич

Канд. техн. наук, профессор каф. промышленной электроники (ПрЭ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, Томск, 634050
Тел: +7 (913) 826-09-07
Эл. почта: msg@ie.tusur.ru

Дедюлина Елизавета Павловна

Студент гр. 360-4 каф. промышленной электроники (ПрЭ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, Томск, 634050
Тел: +7 (902) 984-71-60
Эл. почта: etherial18@gmail.com

Кротова Анна Сергеевна

Студент гр. 360-4 каф. промышленной электроники (ПрЭ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, Томск, 634050
Тел: +7 (923) 159-82-66
Эл. почта: oakrotova1975@yandex.ru

Фомина Лада Олеговна

Студент гр. 360-4 каф. промышленной электроники (ПрЭ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, Томск, 634050
Тел: +7 (952) 884-77-45
Эл. почта: ladafmn@gmail.com

Mikhailchenko S.G., Dedulina E.P., Krotova A.S., Fomina L.O.

Development of the Subject ‘Technology of Software Debugging for Field Programmable Gate Array’

The development of the subject in order to train specialists in the field of designing circuit-technical devices operating under the control of a field programmable gate array (FGPA) is considered. The results of the development of methodological tutorials for laboratory work with VHDL and System Verilog hardware description languages are presented.

Keywords: FPGA, methodical tutorial, laboratory work, hardware description language, VHDL, System Verilog.

References

1. Stroganov AV. Sistemnoe proektirovanie programmiruemyyh logicheskikh integral'nyh skhem [System design of field programmable gate arrays]. Voronezh: Voronezhsky State Technical University;2012. (In Russ.)
2. Shulgina YuV, Kostina MA, Soldatov AI. Cifrovaya skhemotekhnika na yazyke Verilog HDL [Digital circuitry in the Verilog HDL language]. Tomsk: TUSUR;2021. (In Russ.)
3. Maxfield K. Proektirovanie na PLIS. Kurs molodogo bojca [Design on FPGA. The course of a young fighter]. – М.: Do-deka-XXI;2007. (In Russ.)
4. Harris D, Harris S. Cifrovaya skhemotekhnika i arhitektura komp'yutera [Digital circuitry and computer architecture]. М.: DMK Press;2018. (In Russ.)

Sergey G. Mikhailchenko

Doctor of Engineering Sciences, professor, Department of Industrial Electronics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7(382-2) 41-44-79
Email: msg@ie.tusur.ru

Elizaveta P. Dedyulina

Student, Department of Industrial Electronics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7(902-9) 84-71-60
Email: etherial18@gmail.com

Ann S. Krotova

Student, Department of Industrial Electronics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7(923-1) 59-82-66
Email: oakrotova1975@yandex.ru

Lada O. Fomina

Student, Department of Industrial Electronics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (952-8) 84-77-45
Email: ladafmn@gmail.com

УДК 378.147

Л.Н. Орликов

НЕКОТОРЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ВОВЛЕЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ОСВОЕНИЕ ПРОРЫВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДИСЦИПЛИНАХ НАПРАВЛЕНИЙ «ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА», «ФОТОНИКА И ОПТОИНФОРМАТИКА»

Рассмотрены вопросы увеличения доли науки и ее практических приложений в изучаемых дисциплинах. Формирование среды обучения новейшим прорывным технологиям опирается на организационно-воспитательные и методические мероприятия. Отмечается роль преподавателей в формировании подходов к идеологии освоения прорывных технологий.

Ключевые слова: образовательная среда, компетенции, учебно-проектная деятельность, прорывные технологии.

Суть проблемы и ее актуальность

Ориентация развития России на рыночную экономику, бизнес и предпринимательство поставила проблему подготовки творческих кадров с новыми компетенциями, готовностью к умению работать в условиях синтеза знаний различных наук. Министерство науки и высшего образования РФ активировало программу стратегического развития России «Приоритет 2030» для российских университетов [1]. По словам Министра науки и высшего образования РФ, бизнес-среда сегодня особенно заинтересована в квалифицированных кадрах и научных исследованиях, имеющих выход на принципиально новые технологии, создающие принципиально новые продукты с продолжительным устойчивым рынком сбыта [2].

Для диагностики научной активности и предпринимательства во всем мире используется база данных ассоциации Global Entrepreneurship Monitor (GEM) [3], из которой следует, что творческую активность в основном проявляют люди с высшим образованием. Зарубежные и российские исследователи [4–6] приходят к выводу, что бизнес-модель развивается только на принципиально новых (прорывных) технологиях, которые базируются на изобретениях и открытиях.

По мнению экспертов, необходимо делать ставку на молодежь и повысить результативность научно-технического образования. Традиционно понятие «прорывные технологии» связано с изобретениями и открытиями, а также появлением на рынке принципиально новых товаров. Однако коммерческий подход тормозит карьерный рост молодых кадров, поскольку оценка их деятельности проводится по публикациям, грантам, защищенным диссертациям. Но предприниматели не участвуют в исследованиях по созданию нового продукта, а только продвигают его на рынок.

На данный момент среди молодежи укрепляется подход, когда комплекс навыков повышает шансы на обнаружение и реализацию новых возможностей человека. Этот подход подтверждается в Федеральном

законе от 30 декабря 2020 г. № 489-ФЗ «О молодежной политике в Российской Федерации», а также Указе Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». Все университеты РФ находятся в процессе поиска сценариев реализации миссии, связанной с подготовкой квалифицированных специалистов. Вовлечение студентов в освоение прогрессивных, передовых, прорывных технологий может обеспечить получение ими теоретических знаний и практического опыта в этой области. Однако в педагогической и научной литературе недостаточно сведений по формированию научно-исследовательских компетенций и методике их практической реализации. И хотя существует запрос на молодые инициативные кадры с высшим образованием, пока недостаточно механизмов ориентации обучения на освоение новейших прорывных технологий.

Таким образом, тема разработки инструментов вовлечения студентов в освоение таких технологий является актуальной.

Цель данного исследования – выявление путей вовлечения студентов в освоение прорывных технологий через повышение уровня профессиональной составляющей в изучаемых дисциплинах направлений «Электроника и нанoeлектроника» и «Фотоника и оптоинформатика». Оба эти направления являются компонентами подпрограммы № 4 прорывных технологий Академии наук Российской Федерации.

Исследование базируется на идее «погружения студентов в специальность» путем увеличения доли науки в изучаемых дисциплинах и ее практическом применении, а также в диалоговых технологиях со студентами на темы личного и карьерного роста.

Решаемые задачи:

- исследовать эффективность различных приемов повышения интереса студентов к изучению достижений науки и техники;
- усовершенствовать ряд организационно-методических мер по привлечению преподавателей и сотруд-

ников к решению проблем подготовки высокопрофессиональных активных выпускников;

– разработать рекомендации по освоению профессиональных дисциплин с творческими междисциплинарными приложениями в соответствии с учебным планом.

Метод решения

Предлагается увеличить долю науки в изучаемых дисциплинах. В качестве развивающих средств предлагаются организационные и методические мероприятия, направленные на развитие творческих способностей студентов в элементах учебного процесса. Практические навыки предлагается развивать в творческих приложениях на дисциплинах с сопровождением наставничества, мотивацию студентов на самостоятельное развитие – с помощью диалоговых технологий.

В исследовании принимали участие обучающиеся на кафедре электронных приборов Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) по дисциплинам технических направлений: оптическая физика, оптическое материаловедение, взаимодействие излучения с веществом и др. Учитывалось мнение делегатов международных научно-методических конференций (всего более 850 человек).

Исследование методов повышения творческой активности студентов

Повышение творческой активности проводилось с помощью организационно-воспитательных и методических мероприятий.

Организационно-воспитательные мероприятия включают встречи с выпускниками и работодателями, организацию экскурсий на предприятия, научные семинары, предметные конференции, диалоговые технологии со студентами по вопросам творческого и карьерного роста, проведение пятиминуток о предстоящих научных семинарах, защитах диссертаций, новых публикациях по направлению специальности.

Методические мероприятия повышения творчества включали:

- 1) разработку сценариев проведения занятий с творческими модулями;
- 2) создание банка проблемно-поисковых задач и практических творческих приложений в изучаемых дисциплинах;
- 3) создание банка шаблонов с вопросами для структуризации отчетностей студентов по фрагментам самостоятельных и выпускных работ;
- 4) формирование индивидуальных планов обучения для одаренных студентов.

Полученные результаты. Наибольший интерес студентов проявляется к экскурсиям и их обсуждению, встречам с выпускниками, сообщениям о перспективах специальности и возможностям трудоустройства, к шаблонам отчетности. Как следствие – увеличилось число студентов с высокой активностью на занятиях.

Методические мероприятия привели к ориентации выполнения отчетностей студентов по требованиям Всероссийских конкурсов выпускных работ. Отмечается более активное участие преподавателей в мотивации студентов для участия во внутривузовских конкурсах.

Групповое проектное обучение как инструмент вовлечения в прорывные технологии

В ТУСУРе более 20 лет апробируется инновационная технология группового проектного обучения (ГПО) [7, с. 275]. Согласно учебному плану ГПО ориентируется на научно-исследовательскую и проектно-конструкторскую деятельность. Тематика проектов ГПО берется из предложений работодателей, обзоров патентов и периодики, перспективных задач развития кафедры в области наноэлектроники и фотоники. В методическом плане проект ГПО содержит обязательные дидактические единицы: суть проблемы, актуальность, литературный обзор, идея решения, математическое моделирование процесса, экспериментальные исследования, вариант практической реализации.

Перед началом работ со студентами проводится планерка по предстоящим задачам. Студент, ведущий планерку, еженедельно меняется, что дает ему возможность почувствовать роль и ответственность руководителя. Экспериментальные исследования осуществляются в форме физического эксперимента. Это создает эмоциональную среду и является источником мотивации и активного участия студентов в планировании и проведении исследований. В конце занятия подводятся итоги и намечаются перспективные задачи.

Сервисное сопровождение помогают осуществлять высококвалифицированные сотрудники, помогающие студентам в изготовлении оснастки для экспериментов и настройке аппаратуры. Студенты осваивают техническую документацию, приемы работы с приборами и инструментом. В процессе выполнения проекта у студента всегда возникает необходимость углубить знания по самым различным дисциплинам, обратиться за консультацией к более старшим по курсам товарищам или к преподавателям кафедры.

К студентам приходит более глубокое понимание целей и задач выполняемого проекта. Часто на базе фрагмента группового проекта формируется инициативная группа для дальнейшего развития проекта в IT-сфере или нанотехнологиях с заданием для выпускных квалификационных работ и аспирантуры.

Альтернативой ГПО является дисциплина «Учебно-проектная деятельность». Согласно учебному плану ее компетенции ориентированы в направлении научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности. По сути, это то же ГПО, ориентированное на фрагменты группового проекта (работа с литературой, обработка результатов с применением ЭВМ, сервисные работы). В конечном итоге студенты на этой дисциплине сами формируют группу, параллельную ГПО.

Полученные результаты. В ГПО реализуется воспитательная функция: не опаздывать, быть в курсе предстоящих дел, не заниматься посторонними делами во время экспериментов. Отпали фразы: боюсь ответственности, боюсь замараться, боюсь опозориться, не умею, не женское это дело, мне нужен диплом, а не умения. Появились фразы: международный кодекс инженера, преданность делу науки, ошибки дороже удачного решения. В 3–4 раза сократилось время на объяснение задачи и самостоятельное ее выполнение студентом.

ГПО позволяет студенту быстрее ликвидировать отставание от графика учебного процесса за счет междисциплинарного общения или получить оперативное консультирование любого преподавателя, что, кроме научного интереса, привлекает студентов участвовать в ГПО на инициативных началах и «голом энтузиазме». В числе причин отставания от графика учебного процесса студентами названы отсутствие оперативного контроля через электронный курс, боязнь встречи с преподавателем, отсутствие мастер-класса по дисциплине.

На ГПО важно проведение входной планерки, дающей информацию о предстоящих конференциях, защитах диссертаций, о задачах дня, а также выходной планерки, на которой подводятся итоги работы каждого за день и намечаются планы на следующее занятие.

Важным моментом является обсуждение с членами ГПО обзоров литературных источников по тематике проекта. Темы, направление и уровень литературного обзора каждому члену ГПО предлагает преподаватель. Это мероприятие придает студентам чувство ответственности, дает возможность «почувствовать себя в одной лодке», помогает в освоении иностранного языка и активизирует постоянную генерацию идей для реализации проекта. При такой постановке у студента «бурлит» инициатива, всегда находится свободное время для работы, привлекаются друзья для подготовки исследований и обсуждения результатов. Инициатива растет на комплиментах.

Семестровые отчеты по групповому проектному обучению оформляются по шаблонам, в которых ставятся вопросы о сути проблемы, известных решениях по патентам и периодике, цели работы, ее актуальности, идеи решения проблемы, новизне работы, оригинальности, оценке погрешности измерений, наличии компьютерного моделирования, уровне конструкторской проработки, конкретном личном вкладе участника, возможности практической реализации проекта.

Защита проектов проходит в виде конференции. Студенты набираются опыта в структурировании излагаемого материала. Суммарная оценка учитывает отзыв руководителя, активность аудитории к докладу, перспективы развития работы, возможность к опубликованию. Внешняя оценка качества групповых проектов проявляется в участии в конференциях более высокого уровня, во всероссийских и внутривузовских конкур-

сах курсовых проектов и выпускных квалификационных работ, поскольку ГПО – первоисточник для их выполнения. Участники конкурсов получают бонусы по соответствующим дисциплинам. ГПО предусматривает возможность ознакомления с технологией опубликования работ. Это формирует умение выделить новизну и отличия своей работы от уже известных.

Все студенты стали понимать необходимость и полезность знаний, приобретенных на ГПО. Они четко представляют себе структуру и содержание будущей профессии. У студентов формируется прогноз самоопределения [8, с. 195]. Групповая проектная работа формирует комфортную среду междисциплинарного профессионального общения и коммуникабельность. Студенты отмечают важность личных связей не только между собой (по горизонтали), но и связей между группами, курсами и работодателем (по вертикали). ГПО позволяет выпускникам успешно реализовать себя в любых направлениях и повышать свою конкурентоспособность. Все признают, что технология ГПО может осуществить массовый выпуск специалистов с углубленными профессиональными и научно-исследовательскими знаниями. Однако в России метод группового проектного обучения пока не нашел широкого распространения. Вероятно, это связано с тем, что на начальном этапе выполнения проекты носят ярко выраженный обучающий характер, с необходимостью разъяснения пробелов в знаниях уже прослушанных дисциплин, а также с необходимостью совместной работы преподавателя и студента. Когда студент начинает понимать, что к чему, у него появляется интерес, инициатива и идеи для развития и представления части проекта в виде курсовой или выпускной квалификационной работы.

Директор ООО «Кристалл -Т» обобщил отзывы работодателей о групповом проектном обучении: «ГПО прививает всем студентам самостоятельность и ответственность за выбор траектории самостоятельного изучения интересующих дисциплин и решает проблему успешного трудоустройства выпускников вузов. Но период ГПО мал для «раскрутки» студента до выполнения выпускной работы».

Наставничество как канал передачи опыта

Учебный процесс сопровождается не только вспомогательный персонал, но и высококвалифицированные сотрудники (наставники). Студенты имеют свободный доступ в мастерские со слесарным участком, участком промышленной электроники и IT-сектором. Наставники помогают студенту реализовать «в программе или в железе» поставленную на дисциплине творческую задачу, тем самым создавая эффект самоутверждения [9, с. 21]. Получило развитие наставничество при выполнении практических творческих приложений в дисциплинах, когда студенту рекомендуется предложить идею решения посильной проблемы, провести расчеты или измерения, своими руками что-то припаять, про-

сверлить, смонтировать. Это формирует определенные жизненные ценности, позитивные установки. Известно, что наиболее одаренные и продвинутые – те, кто владеет усидчивостью и с детства занимается моделями или что-то мастерит сам.

В итоге после двух-трех занятий возникает «специализация» деятельности отдельных студентов. В этом случае возникает переход от американской системы наставничества (учитель, руководитель, наставник в одном лице) к европейской, когда наставник и студент чувствуют себя на равных и выстраивают доверительные взаимоотношения без непосредственного участия преподавателя. Часто это проявляется на ГПО, где в роли наставников выступают студенты старших курсов.

Полученные результаты. Наставничество расширяет представления студентов о моделировании процессов, материалах, инструментах и технике безопасности. Любой оцененный труд выступает источником вдохновения. Наиболее практичной оказалась система, при которой преподаватель привлекает для выполнения приложений наиболее успешных студентов, а те в свою очередь привлекают своих друзей для помощи в выполнении работ.

Вовлечение студентов в освоение прорывных технологий во время занятий

Технология проведения лекций ориентирована на обширность, с презентациями и фрагментами изложения материала из диссертаций и последних достижений науки и техники. Наиболее привлекательной для студентов оказалась интерактивная технология подачи материала с вкраплением примеров и вопросов [10]. Одной из форм общения стало непринужденное поведение преподавателя и студентов при обсуждении изучаемой проблемы, включая авторский уровень преподаваемого материала. Это создает романтизм и привлекательность науки, а также закрепляет материал.

На практических занятиях при решении ситуационных задач обращается внимание на трактовку результата.

В курсовом проектировании и индивидуальном задании по дисциплине для активации внимания важно уточнение вопросов (лексический анализ), которые должны осмыслить студенты перед выполнением задания. Например, в курсовом проектировании, по нашим наблюдениям, лексический анализ длится около месяца, пока студент разберется, что, когда и как нужно освоить в каждом модуле проекта. Творческие модули мотивируют студентов к творчеству в самостоятельной работе. В мастер-классе важно рассказать, что, как и к какому сроку нужно выполнить в проекте, чтобы студент самостоятельно смог провести анализ патентов и тенденций развития отрасли, обобщить изложенный материал, обозначить свою идею решения проблемы, доказать расчетами, сделать основные выводы по проекту.

В итоге лексический анализ задачи в понимании студентом (что, когда и как делать) сокращается от полутора месяцев до двух недель, что позволяет больше времени уделять творческому модулю в отчетности. Важно привлечение опытных специалистов (например, из числа сотрудников вузов академического городка) в качестве преподавателей и кураторов курсовых проектов и выпускных работ, что помогает студентам лучше усвоить особенности научно-практической деятельности.

На лабораторном практикуме наибольшую мотивацию к творчеству вызывают приложения, где на фоне общего задания каждый обращает внимание на свою индивидуальную часть. Структура индивидуальной части состоит из анализа фрагмента прибора, моделирования режимов работы и испытаний. Чаще в качестве приложений выступают фрагменты сервиса, конструкция устройства или принцип работы электронного прибора. Особенность заключается в том, что студент может развивать любой модуль практикума по своему усмотрению без исключения остальных модулей. Предмет превращается в более понятный и привлекательный. Проведение лабораторных работ с постепенным усложнением и перестройками способствует приобретению навыков исследования [11, с. 51].

Методическое сопровождение дисциплин осуществляется с помощью электронного курса. Иногда он показывает неравномерность активности студентов при выполнении отдельных фрагментов задания. Система Moodle позволяет оперативно консультировать и взаимодействовать со студентами, особенно в период барьерных ситуаций. Усиливается влияние успешно обучающихся студентов на отстающих.

Полученные результаты. Оригинальность и новизна сценария проведения занятий, как отмечают выпускники и Работодатели, заключается в развитии профессиональных умений через творческие приложения. Практика показала, что преподавателю помогает предварительный мониторинг состава группы и индивидуальных возможностей студентов. Отчет студента по лабораторной работе выступает как зеркало освоенных компетенций и обобщение недоработок преподавателя. В итоге отпали копировки отчетов. Студенты стали помнить не место проведения лабораторной работы, а что именно делали. Апробация новых форм проведения лабораторного практикума с индивидуальными приложениями ориентирует студентов на работу с периодической литературой, патентами, на взаимодействие со специалистами, преподавателями и наставниками. Это уменьшает психологический барьер при работе со сложной техникой и способствует отбору одаренных студентов. При трудоемкости творческого приложения более 15–20 мин дальнейшее развитие приложения может получить в рамках индивидуально заданного задания по дисциплине.

По мнению студентов, наглядность и реальная необходимость решения задачи увлекает в дисциплину и дает гораздо больше, чем чтение книг. Как результат – многие приложения переросли в профессию.

Вовлечение студентов в освоение прорывных технологий через конференции и научные семинары

На научных семинарах заслушиваются фрагменты диссертационных работ, сообщения отдельных подразделений вуза и кафедры. В процессе подготовки к научному семинару у студентов отрабатывается умение грамотно изложить материал, дикция, умение держаться перед аудиторией. В процессе участия в семинарах у студентов формируется «научное мышление», заключающееся в анализе ситуации, ее оценке и возможных расчетах предполагаемых результатов.

Посещение международных конференций, которых в г. Томске большое количество, мотивирует студентов на изучение иностранного языка. Приглашение студентов на международную конференцию – это взгляд на предмет по-новому. Открывается возможность личного знакомства с учеными и специалистами, готовыми пригласить студентов в лаборатории академического городка СО РАН. Это придает уверенность в своих силах и пробуждает готовность реализовать себя в науке.

Возникает вопрос: какими качествами должен обладать студент, ориентированный на прорывные технологии (по сути, это будущий молодой ученый)? Некоторые из них: преданность делу науки, настойчиво сопровождать цель, стремиться сделать мир лучше, стать номером 1 в решении задачи, уметь что-то делать долго даже при отрицательном результате, развивать коммуникабельность.

Возрастающая шкала творческой активности студента может выглядеть следующим образом: выступление с рефератом у доски; участие в конкурсах и конференциях; самостоятельная работа на сложном оборудовании; подготовка и обсуждение экспериментов; выступление на научном семинаре; публикации в соавторстве. С течением времени приоритеты студентов эволюционируют и важен текущий мониторинг творческой активности.

Диалоговые технологии как метод вовлечения в творческую активность

Диалоговые технологии – это культура доброжелательного общения преподавателя со студентом во время занятий [12, с. 65]. Наилучший контакт между студентом и преподавателем устанавливается на умении слушать студента. Часто студенты при устранении отставания по дисциплине боятся встречи с преподавателем, вспоминая опыт неудачного общения. Ситуация смягчается, если староста группы выступает посредником между должником и преподавателем. Имитация сдачи отчетности (зачета или экзамена) – это любимый диалог для студентов и преподавателя. Студентам нужно рассказывать о науке и защищенных диссертациях даже на примере простейших реальных устройств.

В процессе диалога со студентом проводится мониторинг увлечений студентов: студент узнает, что везде и всегда нужны специалисты с высшим образованием, с инновационным мышлением, умеющие воплощать принятые решения, способные решать нестандартные задачи и мотивировать подчиненных, уверенно владеющие IT-технологиями и иностранным языком. Студент всегда подводится к вопросу: кем Ты себя видишь через полтора-два года? Какие компетенции и какие навыки потребуются тебе в перспективе?

Полученные результаты. Составление индивидуальных планов обучения оказалось трудоемким делом по обеспечению методическими пособиями. Студенты превышают свои возможности по освоению новых дисциплин. Более результативной оказалась технология ориентации на личный творческий рост, когда преподаватель курирует развитие студента. (Например, по личной просьбе сотрудника академического городка). Видно, что студентам необходимо прививать культуру саморазвития. Ощущается отсутствие баланса профильных и общеобразовательных дисциплин.

Рефлексия студентов на необходимость освоения прорывных технологий

На основании проведенных исследований можно отметить самые популярные среди студентов отзывы по саморазвитию и творческому росту в направлении перспективных технологий:

- самообучаться, поскольку приобретенные знания быстро устаревают;
- выделить себе учебный день. Изучать базовые понятия. Развивать уверенность, ответственность и коммуникабельность. Пробовать нестандартные подходы в решении задач. Делать сейчас, а не потом.

Студентам интересна методика определения их креативности, методика нелинейного лингвистического программирования сознания [13, с. 20]. Студенты начинают понимать, что оценка – это не приговор, а начало деятельности, и любят неформальный тип оценок. Многие понимают, что вторая сторона оценки – это оценка педагогического метода, это планирование деятельности. Одной из задач интереса к новому материалу является то, чтобы сам процесс обучения был приятен и интересен, а не только его возможные результаты.

Стимулируют самообучение хобби, наглядность, похвала, обсуждение полученных результатов. Человек растет на комплементарях. Одна из проблем молодого поколения – научиться учиться. Самообучение – это новый тренд в образовании. Задача обучения – познание мира.

Ориентацию студентов на интерес и обучение в области прорывных технологий определяют условия этого обучения. Студенты видят, что приоритет коммерсантов заканчивается – это двигатель и мотивация самостоятельного обучения.

Выводы из рефлексии студентов

Необходимо создавать условия для совершенствования знаний и навыков.

Кроме вовлечения, ориентировать на прорывные технологии можно методическими методами. Методические мероприятия заключаются в обязательном наличии творческого модуля в отчетности студента. Вовлечение в изучение новейших технологий требует регулярного посещения библиотек, анализа патентов и периодики, взаимодействия со специалистами, участия в исследованиях.

Формирование разноуровневых кластеров (модулей) – одна из методических задач самообучения.

Заключение

В итоге работы над темой «Некоторые инструменты вовлечения студентов в освоение прорывных технологий» видно, что локомотив развития студентов – это научно-исследовательская деятельность в изучаемых дисциплинах. Расширение составляющих технического образования, несомненно, приведет к появлению желаемого нового качества – профессионализму будущего специалиста.

Важное место также принадлежит программам личного творческого роста. Одна из задач таких программ – раскрыть таланты.

Развитие самообучения студентов – это актуальная задача в области прорывных технологий. Актуальны крылатые выражения: обучая – обучайся сам; самообучение – мост в будущее; хочешь получить что-то качественное – потрать время, средства, силы применительно к развитию творческих способностей и практических навыков студентов. Подводя итог, можно сказать, что основным инструментом вовлечения студентов в освоение прорывных технологий является наука в дисциплинах, подкрепленная организационными и методическими мероприятиями. Для этого нужно много и кропотливо работать: разрабатывать примерную образовательную программу, компетенции и их оценку и т.д. Сильное образование – залог имиджа университета.

Проведенные исследования и мероприятия показали, что процесс становления специалиста после окончания вуза сокращается от 5–7 лет до 3–4 лет. В итоге около 50% выпускников кафедры электронных приборов ТУСУРа нашли себя в науке, около 50% стали руководителями отделов перспективных технологий.

Литература

1. Национальные цели развития России до 2030 года: материалы совещания у Президента России от 15.02.21. URL: www.minobrnauki.gov.ru/press-center/news/?ELEMENT_ID=29370 (дата обращения: 15.10.2023).
2. Фадеев А.С., Змеев О.А., Газизов Т.Т. Модель университета 4.0 // Научно-педагогическое обозрение. Pedagogical Review, 2020. № 2(30). С. 172–178.
3. GEM 2021/2022 Global Report: Opportunity amid Disruption. URL: <https://www.gemconsortium.org/report> (дата обращения: 18.10.2023).

4. Баранова Е.В., Швецов Г.В. Методы и инструменты для анализа цифрового следа студента при освоении образовательного маршрута // Перспективы науки и образования, 2021. № 2 (50). С. 415–430.

5. Abass O.A., Arowolo O.A., Igwe E.N. Towards enhancing service delivery in higher education institutions via knowledge management technologies and blended e-learning. International Journal on Studies in Education (IJonSE). 2021, Vol. 3, N 1. P. 10–21.

6. Kleimola R., Leppisaar, I. Learning analytics to develop future competences in higher education: a case study / International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2022. Vol. 19, N 17. P 21–22 URL: <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00318-w> (дата обращения: 08.10.2023).

7. Поздеева А.Ф., Петрова Г.В. Групповое проектное обучение – основной инструмент реализации взаимосвязи профессиональных и образовательных стандартов // Современное образование: проблемы взаимосвязи образовательных и профессиональных стандартов: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2016. С.275–276.

8. Попова О.Н. Прогнозирование эффективности самоопределения личности по характеристикам сбалансированности временной перспективы // Сибирский психологический журнал. 2020. № 75. С. 195–208.

9. Егорова Г.И., Лосева Н.И., Беляк Е.Л. Технология наставничества в профессиональной подготовке бакалавров // Педагогика и психология: результаты фундаментальных, прикладных и поисковых исследований: моногр. / под ред. Л.Ц. Кагермазовой, Ю.Д. Овчинникова. Самара: ООО НИЦ «ПНК», 2021. 199 с.

10. Современные инновационные методы обучения. URL: <http://womanadvice.ru/metody-obucheniya-samyeeffektivnye-metody-i-priemy> (дата обращения 25.10.2023).

11. Орликов Л.Н. Научно-методические проблемы подготовки студентов в области прорывных технологий и их решение // Современные тренды развития образования в год педагога и наставника: моногр. / под ред. Т.Н. Поддубной. Самара: ООО НИЦ «ПНК», 2023. С. 44–55.

12. Воронина Р.Н. Организационно-педагогическое проектирование реализации образовательного модуля «Технологии личностного развития» в вузе // Психолого-педагогический поиск. 2022. № 1 (61). С. 60–71.

13. Карпова Е.В., Невзорова А.В. Рефлексивная самооценка профессиональных компетенций педагогами и студентами бакалавриата // Ярославский педагог. вестн. 2021. № 1 (118). С. 8–18.

Орликов Леонид Николаевич

Д-р техн. наук, доцент, профессор каф. электронных приборов (ЭП) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID 0000-0002-4271-252X
Тел.: +7 (3822) 41-38-87
Эл. почта: oln4@yandex.ru

Orlikov L.N.

Tools for Involving Students in the Development of Breakthrough Technologies for ‘Electronics and Nanoelectronics’ and ‘Photonics and Optoinformatics’ Subjects

The issues of increasing the relevance of science and its practical applications within university subjects are considered. The formation of the learning environment for studying the latest breakthrough technologies based on some organizational, educational and methodological aspects is emphasized. The role of teachers in developing the approaches to the ideology of studying such technologies is noted.

Keywords: educational environment, competencies, educational and project activities, breakthrough technologies.

References

1. Nacional'nye celi razvitija Rossii do 2030 goda: materialy soveshhanija u Prezidenta Rossii ot 15.02.21. [National development goals of Russia until 2030. Materials of the meeting with the President of Russia dated 02/15.21]. Available from: www.minobrnauki.gov.ru/press-center/ [Accessed: 15 October 2023]. (In Russ.)
2. Fadeev AS, Zmeev OA, Gazizov TT. Model' universiteta 4.0 [University Model 4.0]. Nauchno-pedagogicheskoe obozrenie [Scientific and pedagogical review]. 2020; 2(30):172-178. (In Russ.)
3. GEM 2021/2022 Global Report: Opportunity amid Disruption. Available from: <https://www.gemconsortium.org/report> [Accessed: 18 October 2023].
4. Baranova EV, Shvecov GV. Metody i instrumenty dlja analiza cifrovogo sleda studenta pri osvoenii obrazovatel'nogo marshruta [Methods and tools for analyzing a student's digital footprint when mastering an educational route]. Perspektivy nauki i obrazovanija [Prospects of science and education]. 2021;2(50):415-430. (In Russ.)
5. Abass OA, Arowolo OA, Igwe EN. (2021) 'Towards enhancing service delivery in higher education institutions via knowledge management technologies and blended e-learning', International Journal on Studies in Education, 3(1), pp.10-21.
6. Kleimola R, Leppisaari I. (2022) 'Learning analytics to develop future competences in higher education: a case study', International Journal of Educational Technology in Higher Education, 19 (17), pp. 21-22. Available from: <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00318-w> [Accessed: 08 October 2023].
7. Pozdeeva AF, Petrova GV. Gruppovoe proektnoe obuchenie – osnovnoj instrument realizacii vzaimosvjazi professional'nyh i obrazovatel'nyh standartov [Group project training is the main tool for implementing the relationship between professional and educational standards]. Sovremennoe obrazovanie: problemy vzaimosvjazi obrazovatel'nyh i professional'nyh standartov: materialy mezhdunar. nauch.-metod. konf. [Modern education: problems of interrelation of educational and professional standards: materials of the international scientific method. conf.]. Tomsk. TUSUR. 2016:275- 276. (In Russ.)
8. Popova ON. Prognozirovanie jeffektivnosti samoopredelenija lichnosti po harakteristikam sbalansirovannosti vremennoj perspektivy [Forecasting the effectiveness of personal self-determination based on the characteristics of a balanced time perspective]. Sibirskij psihologicheskij zhurnal [Siberian Psychological Journal]. 2020;(75):195-208. (In Russ.)
9. Egorova GI, Loseva NI, Beljak EL. Tehnologija nastavnichestva v professional'noj podgotovke bakalavrov. [Technology of mentoring in the professional training of bachelors]. Pedagogika i psihologija: rezul'taty fundamental'nyh, prikladnyh i poiskovyh issledovanij. [Pedagogy and Psychology: results of fundamental, applied and exploratory research]. Samara. OOO NIC PNK. 2021;199. (In Russ.)
10. Sovremennye innovacionnye metody obuchenija [Modern innovative methods of teaching] Available from: <http://womanadvice.ru/metody-obucheniya-samyje-effektivnye-metody-i-priemy> [Accessed: 25 October 2023]. (In Russ.)
11. Orlikov LN. Nauchno-metodicheskie problemy podgotovki studentov v oblasti proryvnyh tehnologij i ih reshenie [Scientific and methodological problems of training students in the field of breakthrough technologies and their solution]. Sovremennye trendy razvitija obrazovanija v god pedagoga i nas-tavnika [Modern trends in the development of education in the year of the teacher and mentor]. Samara. OOO NIC PNK. 2023;44-55. (In Russ.)
12. Voronina RN. Organizacionno-pedagogicheskoe proektirovanie realizacii obrazovatel'nogo modulja Tehnologii lichnostnogo razvitija v vuze [Organizational and pedagogical design of the implementation of the educational module Technologies of personal development at the university]. Psihologo-pedagogicheskij poisk [Psychological and pedagogical search]. 2022;1(61):60-71. (In Russ.)
13. Karpova EV, Nevzorova AV. Refleksivnaja samoocenka professional'nyh kompetencij pedagogami i studentami bakalavriata [Reflexive self-assessment of professional competencies by teachers and undergraduate students]. Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik [Yaroslavl Pedagogical Bulletin]. 2021;1 (118):8-18. (In Russ.)

Leonid N. Orlikov

Doctor of Engineering Sciences, professor, Department of Radio Engineering Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
 40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
 ORCID (0000-0002-4271-252X)
 Phone: +7 (382-2) 41-38-87
 Email: Oln4@yandex.ru

УДК 378.147:004

И.Г. Устинова, О.В. Янущик, Е.А. Беляускене, С.В. Рожкова, О.Н. Имас

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ЗАДАНИЯ STACK ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ

Представлен новый способ постановки математических заданий STACK (интерактивный), которые студенты могут решать самостоятельно.

Ключевые слова: интерактивное задание, задание типа STACK, электронное обучение, математика.

Введение

В настоящее время внедрение электронного обучения является актуальным процессом, так как оно представляет собой эффективное решение в установлении баланса между традиционными методами обучения и инновационными. Современный учебный процесс невозможно уже представить без электронных учебников и задачников, тренажеров, электронных ресурсов, поддерживающих основной курс, контролирующих и обучающих тестов. При этом инновационные методы обучения развиваются и совершенствуются с каждым днем все быстрее. Для любой обучающей системы наличие интерактивности является обязательным условием, так как оно позволяет:

- ◆ получить представление об исходном уровне знаний студента;
- ◆ разработать индивидуальную траекторию обучения;
- ◆ программировать самостоятельную работу студента;
- ◆ закрепить приобретенные навыки;
- ◆ оценить достигнутые результаты обучения.

Еще одним важным аспектом интерактивности является обеспечение обратной связи. При ее отсутствии степень эффективности процесса обучения сильно снижается.

К инновационным средствам в обучении относятся интерактивные тесты. Мы используем в своей работе интерактивные тесты Moodle с заданиями типа STACK.

Задания типа STACK

Платформа Moodle уже более 10 лет используется для предоставления учебных материалов и заданий в Томском политехническом университете. Но интерактивные средства обучения, которые могут принимать и проверять ответы студентов, а также давать им мгновенную обратную связь, не получили широкого распространения. Задача заключается в том, чтобы использовать такой контент, в котором можно не только выполнять задания, проверять ответы студентов, но и предоставлять подсказки студентам, в случае необходимости давать им полноценную обратную связь в процессе решения задачи. Студенты должны записывать свои ответы в виде математических выражений, а не просто выбирать правильный ответ, как в вопросах с множественным выбором Moodle, где они могут просто угадать правильный ответ.

Используемое нами программное обеспечение называется STACK (система обучения и оценки на основе компьютерной алгебры Maxima) может быть интегрировано в Moodle [1] и ILIAS. Maxima устанавливает математические свойства вводимого студентом выражения. STACK был создан в 2005 году Кристофером Сангвином. STACK позволяет создавать структурированные вопросы со случайными параметрами. В результате можно предоставить индивидуальные задания для студентов и даже, если они будут работать в группах, каждый студент получит свой собственный уникальный набор задач. Кроме того, обратная связь, включающая подсказки, основанные на ответе учащегося, может быть сгенерирована в виде заданий STACK по мере необходимости.

В автоматизированных системах, таких как STACK, обратная связь мгновенна. Например, при выполнении заданий по математике студенты могут сразу увидеть, правильны или неправильны их ответы, а также и то, какие ошибки они допустили. Обратная связь может помочь учащимся осознать свои ошибки и исправить их. Она также может побудить студентов повторить попытку после неправильного ответа. Такое обучение «методом проб и ошибок» может происходить не выходя из дома, в комфортных для ученика условиях и в любое удобное время. Кроме того, автоматически генерируемая обратная связь позволяет студентам самостоятельно оценивать результаты обучения.

В Томском политехническом университете задания STACK используются в поддерживающем электронном курсе математики 1-го курса. В 2023 г. к электронному ресурсу подключено 1698 студентов, из которых 498 – неактивные, которые ни разу не выходили в курс. Содержание ресурса соответствует уровню базовой математики.

Цель исследования

Цель этой статьи – представить довольно новый способ постановки математических заданий STACK (интерактивный), которые студенты могут решать самостоятельно. Изучить деятельность студентов в электронном ресурсе с начала осеннего семестра 2023 года и установить связь с оценками за контрольные работы (если она существует). Выяснить, существует ли связь между оценками за контрольные работы и временем работы студентов в электронном ресурсе с заданиями типа STACK.

Интерактивные задания в курсе «Математика»

В настоящее время в Отделении математики и математической физики ТПУ разработан комплекс обучающих тестов на платформе LMS Moodle посредством вопросов типа STACK по разделам первого и второго семестров: «Линейная алгебра», «Векторная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Введение в анализ», «Дифференциальное исчисление», «Неопределенный интеграл», «Определенный интеграл», «Функции нескольких переменных», «Кратные и криволинейные интегралы» [3]. Тест представляет собой набор от трех до пяти задний, связанных одной темой. Размещение теста в среде Moodle обеспечивает свободный доступ к задачам и студентов, и преподавателей. Большой выбор мелких тем позволяет преподавателю легко управлять формированием самостоятельной работы студента. Автоматизированная проверка и оценивание освобождают преподавателя от изнурительной работы. Эти тесты предназначены не только для самостоятельной работы студентов, но и для проведения практических занятий без особой предварительной компьютерной подготовки преподавателя-математика и студента. Наиболее ценным аспектом теста является его конфигурация и выбор заданий. Тип компьютера и операционная система имеют второстепенное значение. Однако чем больше возможностей у компьютера, тем эффективнее используемая технология [2]. Каждый элемент теста представляет собой набор задач на отработку одного навыка. Задачи предоставляются студентам в виде вопросов теста с настройками режима поведения «интерактивный с несколькими попытками». Задачи теста разработаны как вопросы типа STACK. На рис. 1 иллюстрируется реакция системы на неверно решенную задачу. В данном случае студент допустил ошибку при нахождении обратной матрицы, но верно вычислил определитель. В случае ошибки вычислений система вопроса типа STACK указывает на конкретную ячейку матрицы, в которой была допущена ошибка, выделяя ее цветом. Более того, системой предоставляются подсказки и дается возможность студенту переделать задание, добиваясь лучшего результата. Настройки вопроса позволяют понижать оценку за выполненное задание, если студент многократно обращается к подсказкам. После отправки задания на проверку студент получает полное решение своей задачи. Причем генерация вопросов со случайными параметрами делает такой тест уникально-индивидуальным для каждого студента. При неудовлетворительном результате студент может повторить попытку выполнения задания, но задача будет предоставлена с новым набором параметров и функций.

По замыслу авторов-разработчиков плагина STACK проверка правильного или неправильного ответа студента осуществляется не прямым сравни-

ванием символов, а по принципам алгебраической эквивалентности любых сравниваемых выражений, причем сопоставление эквивалентных выражений осуществляется системой компьютерной алгебры (CAS) Maxima. Поэтому проверку ответов можно осуществлять на основании свойств объектов задачи. На рис. 2 приведено задание, которое имеет бесконечное число решений. Задание типа STACK способно оценить и такую задачу.

Результаты

Интерактивные задания STACK используется в ТПУ 3 года. И на протяжении всего этого времени мы видим положительное влияние работы с интерактивными тестами не только на выполнение контрольных работ, но и на результаты итоговой аттестации, то есть на экзамен.

Цель констатирующего этапа эксперимента заключалась в определении уровня развития учебно-познавательных способностей учащихся в зависимости от того, работали они с интерактивными тестами STACK или нет. В проведении эксперимента приняли участие студенты, изучающие математику на уровне бакалавриата и специалитета. Все студенты принимали участие в рубежном тестировании, которое проходит в ТПУ в середине и в конце семестра.

В начале первого семестра преподаватели объяснили студентам, что для успешного освоения учебного материала и выполнения контрольных работ им необходимо решать тесты в электронном курсе «Математика 1», содержащем интерактивные задания STACK. Далее после каждого занятия, наряду с традиционным домашним заданием, студентам давалась тема теста, который они должны были решить. Исследование частоты посещения учащимися электронного курса позволила нам разделить студентов на две группы:

- ◆ первая группа – экспериментальная, это студенты, которые активно и регулярно работали с тестами,
- ◆ вторая группа – контрольная, это те студенты, которые по различным (объективным или субъективным) причинам не работали регулярно или практически не работали с тестами.

Как видно из анализа входного тестирования по математике, исходный уровень математических знаний у обеих групп студентов-первокурсников был практически одинаковым (средний балл входного тестирования у студентов первой группы составил 70,4, а у студентов второй группы – 68,2).

Анализируя данные таблицы 1, можно сделать вывод, что студенты первой группы, активно и регулярно работавшие с интерактивными тестами, показали более высокий средний уровень знаний, чем студенты, которые по тем или иным причинам не проходили регулярное тестирование.

Задано матричное уравнение: $A \cdot X = B$, где

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 3 \\ 1 & -5 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 6 & -3 & -6 & -3 & -6 \\ -12 & 3 & 12 & 7 & 11 \end{pmatrix}.$$

Определитель матрицы A равен $\det A =$

Определитель найден правильно

Найдите обратную матрицу. Решите матричное уравнение.

Обратная матрица: $A^{-1} = \frac{1}{\det A} \cdot \begin{pmatrix} \text{input} & \text{input} \\ \text{input} & \text{input} \end{pmatrix}$

Решение матричного уравнения: $X = \begin{pmatrix} \text{input} & \text{input} & \text{input} & \text{input} & \text{input} \\ \text{input} & \text{input} & \text{input} & \text{input} & \text{input} \end{pmatrix}$

Подчеркнутые красным цветом записи являются ошибочными. $\begin{pmatrix} -3 & -2 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$

Обратная матрица неверная

$$A^{-1} = \frac{1}{\det A} \cdot \begin{pmatrix} A_1^1 & A_2^1 \\ A_1^2 & A_2^2 \end{pmatrix}^T = \dots,$$

где A_j^i алгебраическое дополнение элемента a_j^i матрицы A и T - обозначение операции транспонирования матрицы.

Подсказка 2

Вычислим определитель матрицы A :

$$\det A = \det \begin{pmatrix} 0 & 3 \\ 1 & -5 \end{pmatrix} = -3 \neq 0.$$

Так как $\det A \neq 0$, то матрица A имеет обратную матрицу A^{-1} и

$$X = A^{-1} \cdot B.$$

Вычислим матрицу A^{-1} по формулам Крамера

$$A^{-1} = \frac{1}{\det A} \cdot \begin{pmatrix} A_1^1 & A_2^1 \\ A_1^2 & A_2^2 \end{pmatrix}^T = \frac{1}{-3} \dots,$$

где A_j^i алгебраическое дополнение элемента a_j^i матрицы A и T - обозначение операции транспонирования матрицы.

[Попробовать еще раз](#)

Рис. 1. Обратная связь в тесте – отзыв на ошибку с указанием места, в котором содержится ошибка

В пространстве \mathbb{V}^2 фиксирована правая декартова система координат (O, \vec{i}, \vec{j}) .

Дана прямая $L : x + 2 \cdot y - 14 = 0$.

Определите координаты какого-нибудь направляющего вектора прямой.

$$\vec{p} = \left\{ \begin{matrix} 2 \\ -1 \end{matrix} \right\} \quad \begin{matrix} 2 \\ -1 \end{matrix}$$

Ответ правильный, очень хорошо.

a

В пространстве \mathbb{V}^2 фиксирована правая декартова система координат (O, \vec{i}, \vec{j}) .

Дана прямая $L : x + 2 \cdot y - 14 = 0$.

Определите координаты какого-нибудь направляющего вектора прямой.

$$\vec{p} = \left\{ \begin{matrix} -4 \\ 2 \end{matrix} \right\} \quad \begin{matrix} -4 \\ 2 \end{matrix}$$

Ответ правильный, очень хорошо.

b

Рис. 2. Задача с бесконечным множеством правильных ответов:
a – координаты направляющего вектора {1;2}; b – координаты направляющего вектора {2;4}

Таблица 1
Результаты рейтинговых мероприятий
по дисциплине «Математика 1.3»

Группа	1-я контрольная работа	2-я контрольная работа	Первое рубежное тестирование
1-я	7,71	6,84	7,24
2-я	6,16	5,56	6,11
Среднее	6,94	6,2	6,68

Согласно таблице 1 более высокий средний балл по всем выполненным заданиям наблюдался у студентов первой группы, активно участвовавших в электронном курсе «Математика». Кроме того, исследование показало, что студенты первой группы полностью освоили предмет, а 15% студентов второй группы получили по окончании курса неудовлетворительные оценки. При этом более половины студентов первой группы получили оценки «отлично» и «хорошо», тогда как во второй группе 38,64% таких студентов. Результаты обучения студентов Инженерной школы информационных технологий и робототехники по курсу «Математика 1.3» в 2022/23 учебном году представлены в таблице 2.

Таблица 2
Итоговые баллы по курсу «Математика 1.3»
2022/23 учебного года

Группы	Математика 1.3 (экзамен)
1-я	7,23
2-я	5,77
Среднее	6,50

Из таблицы 2 видно, что систематическая самостоятельная работа студентов с интерактивными тестами STACK в электронном курсе «Математика» (студенты первой группы) помогла достичь более высоких академических результатов.

Любому преподавателю интересен анализ активности студентов при самостоятельной работе в электронной среде с интерактивными заданиями STACK. Оказывается, что пик этой активности приходится на конференц-неделю, которая в ТПУ проводится в середине и в конце семестра. На конференц-неделе выставляются баллы, заработанные студентами в семестре, и отчеты по каждому студенту направляются в деканат. Об этом свидетельствует рис. 3.

Без сомнения, любой преподаватель положительно оценивает влияние самостоятельной работы на образовательный процесс. Поэтому представляется интересным, как сами студенты оценивают важность самостоятельной работы с заданиями типа STACK.

Был проведен онлайн-опрос студентов Томского политехнического университета. В общей сложности было опрошено 182 человека, изучающих математику. Как следует из опроса, 113 из 182 респондентов положительно оценивают выполнение интерактивных заданий STACK в процессе изучения математики, 36 человек затруднились ответить на этот вопрос и только 14 человек высказались против работы в электронной среде, в частности из-за большого количества разнообразных заданий.

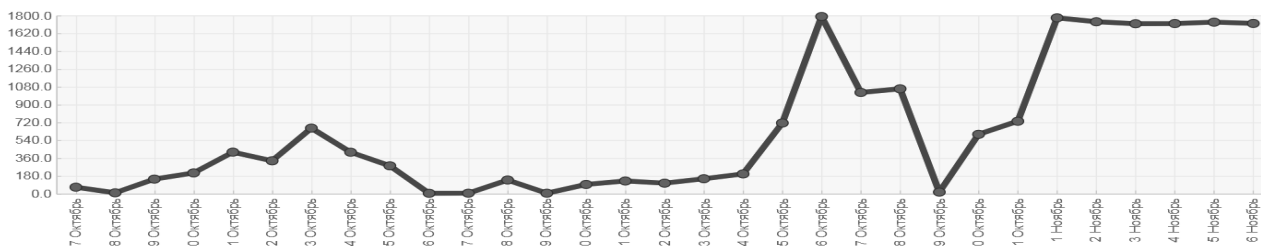


Рис. 3. Активность студентов в работе с интерактивными заданиями STACK

Заклучение

Добавление интерактивности в тестовые вопросы, а также использование датчика случайных чисел при формулировке задач позволяет создавать задания, которые будут индивидуальными для каждого студента – задания, решения которых невозможно списать, а кроме того, эти задания мотивируют студентов находить решение самостоятельно [4]. Одной из ключевых особенностей разработанных заданий является то, что студент при их выполнении проходит все этапы полноценного решения, то есть он воспроизводит весь процесс, связанный с решением поставленной задачи. При этом нет необходимости в рутинной проверке каждого шага преподавателем, так как проверка осуществляется автоматически.

Внедряя в процесс обучения интерактивные задания STACK, мы обнаружили:

- ◆ студенты осваивают работу в электронной среде самостоятельно, без дополнительной подготовки;
- ◆ этот тип заданий позволяет проверять аналитические решения сложных типов задач и организовывать подсказки, помогающие найти верное решение;
- ◆ работа в электронной среде экономит время преподавателя на проверку решений и предоставляет студентам индивидуальные варианты заданий;
- ◆ система STACK дает персонализированную обратную связь с указанием допущенных ошибок.

Литература

1. Sangwin C. Who uses STACK? A report on the use of the STACK CAA system, 2010. URL: <http://web.mat.bham.ac.uk/C.J.Sangwin/Publications/2010-3-1-STACK.pdf> (дата обращения: 05.11.2023).
2. Старостенко И.Н. Технологии применения компьютера в образовательном процессе // Вестн. Краснодар. ун-та МВД России. 2010. № 3. С. 99–102.
3. Transformer STACK Questions for Teaching Mathematics / O.V. Yanuschik, I.G. Ustinova, O.N. Imas, E.A. Beliauskene, S.V. Rozhkova // ACM International Conference Proceeding Series. 2022. P. 415–420.
4. Вильданов А.Н. Построение интерактивных тестовых заданий по высшей алгебре с помощью MATN JAX // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 12-2. С. 301–305. URL: <https://top-technologies.ru/article/view?id=39476> (дата обращения: 05.11.2023).

Устинова Ирина Георгиевна

Канд. техн. наук, доцент, доцент отделения математики и математической физики инженерной школы ядерных технологий (ОММФ ИЯТШ) Национального исследовательского Томского политехнического университета (ТПУ)
 Ленина пр., 30, г. Томск, Россия, 634050
 ORCID 0000-0002-6005-5121
 Тел.: +7 (983) 053-30-61
 Эл. почта: igu@tpu.ru

Янушич Ольга Владимировна

Канд. пед. наук, доцент, доцент каф. комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем (КИБЭВС) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), доцент отделения математики и математической физики инженерной школы ядерных технологий (ОММФ ИЯТШ) Национального исследовательского Томского политехнического университета (НИ ТПУ)
 Ленина пр., 40, г. Томск, Россия, 634050
 Ленина пр., 30, г. Томск, Россия, 634050
 ORCID 0000-0001-8541-0153
 Тел.: +7 (913) 842-62-91
 Эл. почта: yanuschik@tpu.ru

Беляускене Евгения Александровна

Ст. преподаватель отделения математики и математической физики инженерной школы ядерных технологий (ОММФ ИЯТШ) Национального исследовательского Томского политехнического университета (НИ ТПУ)
 Ленина пр., 30, г. Томск, Россия, 634050
 ORCID 0000-0002-1638-4366
 Тел.: +7 (913) 854-30-95
 Эл. почта: eam@tpu.ru

Рожкова Светлана Владимировна

Д-р физ.-мат. наук, профессор, профессор отделения математики и математической физики инженерной школы ядерных технологий (ОММФ ИЯТШ) Национального исследовательского Томского политехнического университета (НИ ТПУ), каф. теории вероятностей и математической статистики (ТВМС) Национального исследовательского Томского государственного университета (НИ ТГУ)
 Ленина пр., 30, г. Томск, Россия, 634050
 Ленина пр., 36, г. Томск, Россия, 634050
 ORCID 0000-0002-8888-9291
 Тел.: +7 (913) 888-87-16
 Эл. почта: rozhkova@tpu.ru

Имас Ольга Николаевна

Канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент отделения математики и математической физики инженерной школы ядерных техно-

логий (ОММФ ИЯТШ) Национального исследовательского Томского политехнического университета (НИ ТПУ) Ленина пр., 30, г. Томск, Россия, 634050
ORCID 0000-0002-6068-0939
Тел.: +7 (913) 110-58-40
Эл. почта: onm@tpu.ru

Ustinova I.G., Yanuschik O.V., Beliauskene E.A., Rozhkova S.V., Imas O.N.

STACK Interactive Tasks in Higher Mathematics

The new way of setting STACK mathematical tasks (interactive) for students to solve independently is presented.

Keywords: interactive task, STACK type task, e-learning, mathematics.

References

1. Sangwin C. Who uses STACK? A report on the use of the STACK CAA system. (2010). Available from: <http://web.mat.bham.ac.uk/C.J.Sangwin/Publications/2010-3-1-STACK.pdf> [Accessed: 05 November.2023].
2. Starostenko IN. Tekhnologii primeneniya komp'yutera v obrazovatel'nom processe [Technologies of computer application in the educational process]. Vestnik Krasnodarskogo universiteta MVD Rossii [Bulletin of the Krasnodar University of the Ministry of Internal Affairs of Russia]. 2010;(3): 99–102. (In Russ.)
3. Yanuschik OV, Ustinova IG, Imas ON, Beliauskene EA, Rozhkova SV (2022) ‘Transformer STACK Questions for Teaching Mathematics’, ACM International Conference Proceeding Series, pp. 415–420.
4. Vildanov AN. Postroenie interaktivnykh testovykh zadaniy po vysshej algebre s pomoshch'yu MATHJAX [Construction of interactive test tasks in higher algebra using MATHJAX]. Sovremennye naukoemkie tekhnologii [Modern high-tech technologies]. 2022;12(2):301–305. Available from: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=39476> [Accessed: 05 November 2023]. (In Russ.)

Irina G. Ustinova

Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor, Division of Mathematics and Mathematical Physics of School of Nuclear Science and Engineering, National Research Tomsk Polytechnic University (TPU)
30, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0002-6005-5121)

Phone: +7 (983-0) 53 30 61
Email: igu@tpu.ru

Olga V. Yanuschik

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Complex Information Security of Computer Systems, Tomsk state university of control system and radio electronics (TUSUR), Division of Mathematics and Mathematical Physics of School of Nuclear Science and Engineering, National Research Tomsk Polytechnic University (TPU)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
30, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0001-8541-0153)
Phone: +7 (913-8) 42-62-91
Email: yanuschik@tpu.ru

Evgeniia A. Beliauskene

Senior Lecturer, Division of Mathematics and Mathematical Physics of School of Nuclear Science and Engineering, National Research Tomsk Polytechnic University (TPU)
30, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0002-1638-4366)
Phone: +7 (913-8) 54-30-95
Email: eam@tpu.ru

Svetlana V. Rozhkova

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Division of Mathematics and Mathematical Physics of School of Nuclear Science and Engineering, National Research Tomsk Polytechnic University (TPU), Department of Probability Theory and Mathematical Statistics, National Research Tomsk State University (TSU)
30, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
36, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0002-8888-9291)
Phone: +7 (913-8) 88-87-16
Email: rozhkova@tpu.ru

Olga N. Imas

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Assistant Professor, Division of Mathematics and Mathematical Physics of School of Nuclear Science and Engineering, National Research Tomsk Polytechnic University (TPU)
30, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0002-6068-0939)
Phone: +7 (913-1) 10-58-40
Email: onm@tpu.ru

УДК 378

Е.М. Окс, О.В. Воеводина

АНАЛИЗ ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

Представлены результаты доработки и усовершенствования балльно-рейтинговой системы оценки учебных достижений студентов в ходе её многолетнего использования на кафедре физики ТУСУРа. Рассмотрены противоречия, присущие данной системе и связанные с такими моментами применения, как единообразное понимание её сути, сложность общения с современными студентами, представителями поколения Z, влияние на результат оценки субъективных и случайных факторов, психологическое перенапряжение, обусловленное резким увеличением нагрузки на участников учебного процесса. Описаны использовавшиеся способы их разрешения. Приведены мнения преподавателей и студентов относительно используемого адаптированного варианта системы.

Ключевые слова: накопительные баллы; балльно-рейтинговая система, систематическая работа, качество знаний, мотивация к учебной деятельности.

Технологический суверенитет государства предполагает создание собственных технологий, являющихся жизненно важными для обеспечения благосостояния, конкурентоспособности и национальной безопасности страны. Создание технологического суверенитета обеспечит нечувствительность экономики РФ к прежним и вновь налагаемым санкциям.

Одна из составляющих, требующихся для решения задачи обретения технологического суверенитета, – это проблема высококвалифицированных кадров. Указ Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642 утвердил Стратегию научно-технологического развития Российской Федерации [1]. Она определяет направления модернизации экономики страны и ее перевод на путь инновационного развития, основанный на передовых знаниях и технологиях, использование которых предъявит новые требования к квалификации выпускников вуза и в целом к системе подготовки вузом специалистов.

Чтобы обеспечить высококвалифицированными кадрами экономику страны, включая ее экспортно-ориентированные отрасли, был разработан федеральный проект «Передовые инженерные школы». Функционирование передовых инженерных школ (ПИШ) будет направлено на достижение национальных целей, заданных Указом Президента РФ № 474 от 21 июля 2020 г. «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [2]. Проект нацелен, в том числе, на модификацию системы подготовки инженерных кадров применительно к запросам времени, на разработку инновационных подходов к подготовке специалистов, внедрение в практику лучших образовательных методик. В число тридцати университетов, отобранных согласно постановлению Правительства РФ от 8 апреля 2022 г. № 619 «О мерах государственной поддержки программ развития передовых инженерных школ» [3] для создания в них ПИШ, вошел ТУСУР. Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» им. Анатолия

Васильевича Кобзева будет готовить в ТУСУРе высококлассных специалистов в области электроники, приборостроения и телекоммуникационных технологий.

Небольшую задачу, лежащую в рамках, обозначенных правительственными документами, решала в ходе выполнения научно-методической работы (НМР) 2013 года кафедра физики ТУСУРа.

Целью НМР являлось осмысление и анализ опыта использования кафедрой в течение почти двух десятилетий балльно-рейтинговой системы (БРС) оценки успеваемости студентов, поиск путей совершенствования методики объективной оценки знаний как необходимого элемента улучшения качества и эффективности процесса обучения студентов.

Актуальность данной работы сомнений не вызывает так же, как очевидна необходимость выявления и создания условий, дающих возможность решать специальные задачи, связанные с оценением образовательного уровня студента и решающим образом влияющие на процесс управления качеством образования, на процесс формирования самостоятельного высококвалифицированного специалиста.

Оценка учебных достижений студентов – в высшей степени важный компонент управления учебным процессом. Это и инструмент связи преподавателя и студентов, и мотивирующий фактор учебной деятельности студентов, и фактор, регулирующий их систематическую работу в течение всего семестра. Нерешенные проблемы в области оценивания ведут к нарушениям учебного процесса, создают трудности, приводящие к низкой успеваемости студентов, снижению качества результатов образовательного процесса.

Традиционная и балльно-рейтинговая системы оценки успеваемости студентов

Прежде всего следует отметить, что хотя балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов проникла в российские вузы из зарубежных университетов, её решительно отделяют от имевшего место процесса «болонизации» российского образования.

Базовые основы для внедрения и совершенствования БРС имелись в трудах российских ученых задолго до её появления. Отечественные ученые всегда проявляли большой интерес к вопросам оценивания в образовании, стремились улучшить систему оценок, сделать её более гибкой и совершенной. Объем исследовательских разработок по данной тематике весьма велик [4–8].

Среди обширного количества исследований имеются работы, в которых критикуются несовершенства традиционной пятибалльной системы оценивания, такие, например, как низкая информативность отметки, малый диапазон баллов (фактически 3, 4 и 5), снижающий ее дифференцирующую способность. В результате преподавателю приходится оценивать одним и тем же баллом серьезно различающиеся уровни учебных достижений разных студентов. Отсутствие возможности отражать существующие различия в образовательном уровне препятствует объективному оцениванию, снижает достоверность оценки, ее воспитательную и стимулирующую роль [9].

Вместе с тем отечественная педагогика содержит обширный теоретический и практический материал, призванный содействовать развитию и совершенствованию системы оценки и контроля результативности учебного процесса и могущий служить фундаментом реализации БРС в отечественных вузах [4, 10, 11]. В работах на эту тему представлены результаты изучения и анализа воспитательных возможностей оценки, влияния оценки на учебную мотивацию, познавательную активность учащихся, на эффективность контроля знаний, умений и навыков с использованием технических средств [4, 12]. Необходимо отметить, что в разработках, посвященных методике процесса оценивания, аргументируется и подчеркивается особая важность проверки успеваемости студентов на систематической, постоянной, регулярной основе, контроля динамики развития и накопления знаний, умений и навыков, что является одной из основных характерных черт БРС [13, 14]. В то время как при традиционной системе оценки знаний – с помощью экзаменов и зачетов на сессии – основное внимание уделяется исключительно сессии, а работе студента в течение семестра внимание уделяется самое минимальное, студенту позволяется от сессии до сессии «жить весело».

В научно-методической работе [15], использующей квалиметрический (дающий количественную оценку качества) подход к построению оценки учебных достижений, следующим образом определяется рейтинг и его отличие от традиционной оценки. Рейтинг – это комплексный количественный показатель качества многомерного объекта – результата обучения. Он включает в себя сумму всех оценок всех видов образовательной деятельности. Поэтому более точно отражает учебные результаты, чем традиционная оценка, учитывающая преимущественно только один вид – оценку экзаменационного ответа.

Говоря о сути балльно-рейтинговой системы, можно отметить, что это – методика определения и сравнения потенциала и знаний студентов, основанная на системном, накопительном принципе оценивания их учебной деятельности и результатов этой деятельности. Система базируется на учете результатов всех выполняемых студентами работ (аудиторных и внеаудиторных, самостоятельных работ, всех видов текущего, рубежного и итогового контроля знаний). За успешное выполнение работы студенту выставляется не оценка, как это имеет место в традиционной системе, а начисляются баллы, которые суммируются при подведении итогов. Каждому типу работ в заключительной суммарной, рейтинговой оценке отводится определенное количество баллов.

В течение всего семестра студенты должны качественно и в срок выполнять предусмотренные программой задания. Преподаватель обязан четко организовывать их образовательную деятельность, осуществлять оценку ее результатов и информировать о полученных результатах самих студентов и деканат факультета. При этом важно, что оцениваются не только учебные достижения, но и соответствующая динамика процесса. Такой педагогический мониторинг позволяет и преподавателю, и студенту реально взглянуть на достигнутые к текущему моменту результаты своей образовательной деятельности и своевременно исправить недоработки, внести требующиеся поправки.

Итоговая оценка за семестр, представляющая собой сумму двух слагаемых (30% – баллы за ответ на экзамене, 70% – баллы за учебную работу студента в течение семестра), должна служить мотивации студента к равномерной систематической работе и увеличению объективности оценки. Известно, что традиционный экзамен – это во многом дело случая: один студент, не особо напрягаясь в семестре, вытягивает удачный билет и дает блестящий ответ, другой – лекции не пропускает, к занятиям готовится, а на экзамене «не повезет». БРС призвана повысить достоверность оценки за счет того, что принимает во внимание текущую учебную работу студента. Кроме того, она несколько сглаживает разницу в баллах сильных, но не прилежных студентов и более слабых, но добросовестно и усердно работающих.

Требующие решения вопросы по внедрению БРС

Неоднозначность и противоречивость БРС и следующую отсюда необходимость проведения дальнейших исследований для определения эффективности и рациональности ее внедрения можно подтвердить следующими вопросами.

Вопрос первый.

Утверждение. Внедрение БРС существенным образом повысит уровень успеваемости студентов.

Альтернативное утверждение. Необходимость систематического выполнения достаточно большого

объема учебной работы отпугнет студентов, заставит их смириться с более низкой, но требующей меньших трудозатрат оценкой, что приведет к снижению уровня успеваемости.

К снижению уровня успеваемости приведет и такая организация БРС, при которой переход от балльных значений к традиционным «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» определяется сильно завышенным количеством баллов, когда нет должного обеспечения методическими пособиями, понятно разъясняющими, как следует выполнить то или иное задание, наконец, когда нет согласованности расписаний проведения контрольных работ по разным дисциплинам.

Что реализуется на практике?

Вопрос второй.

Цель повышения качества образовательного процесса достигается путем создания комплекса мотивационных стимулов к активизации образовательной деятельности студентов, включая их самостоятельную работу [11]. В свою очередь создание такого комплекса требует повышения уровня организации учебного процесса, поскольку основным стимулом к добросовестной, систематической работе можно считать своевременную и регулярную оценку преподавателем результатов учебной работы студентов в полном соответствии с их фактическими достижениями. Этому же служит организация системы поощрения успевающих студентов, когда, например, студент выходит на сессию с меньшим количеством экзаменов. Добросовестно потрудившись в семестре, студент получает оценку по дисциплине «автоматом» без сдачи экзамена.

Противоположное мнение. Наши студенты – это поколение Z. Они предпочитают смотреть и слушать. Они не готовы воспринимать текстовую информацию. Они не готовы к переработкам и напряженному труду. Ни в коем случае нельзя сказать, что они лодыри и лентяи, просто они «поколение экрана», интернет направляет на них такой огромный поток информации, что у них нет возможности, а поэтому и привычки, уделять внимание чему бы то ни было длительное время.

Что реализуется на практике? Приносят плоды усилия преподавателей по совершенствованию организации учебного процесса или применительно к поколению Z они не имеют шансов на успех?

Вопрос третий.

БРС уменьшает влияние случайных факторов, минимизирует отрицательное влияние субъективных причин на качество образовательного процесса.

Существует и противоположное мнение. БРС не избавляет студента от субъективизма преподавателя. Оценки формируются преподавателем, но каждый преподаватель имеет свое собственное суждение о каждом студенте и настроение преподавателя тоже может быть разным. Поэтому и текущие оценки, и суммарная оценка субъективны и могут оказаться не соответствующими фактическому уровню знаний, быть как выше, так и ниже реально заслуженной оценки.

Вопрос четвертый.

При внедрении БРС в учебный процесс и для студентов, и для преподавателей снижается стрессовая ситуация в ходе контроля знаний, так как в основном у студентов стресс развивается в период сессии из-за отсутствия добросовестной регулярной работы в семестре.

Существует и прямо противоположное мнение, согласно которому БРС часто вызывает повышение уровня стресса у студентов. Необходимость постоянно работать приводит к психологическому перенапряжению. По этой причине могут появиться характерные для стрессового состояния симптомы – это тревога, раздражительность, безразличие к учебе и в результате ухудшение успеваемости.

Вопрос пятый.

Главное отличие балльно-рейтинговой системы оценивания от классической пятибалльной состоит в упрощении работы преподавателя, в упрощении контроля и оценивания учебной деятельности студентов. Трудоемкость проведения традиционных экзаменов намного выше трудоемкости организации работы БРС.

Согласно противоположному мнению организационное и информационное обеспечение работы БРС многократно увеличивает преподавательскую нагрузку. Преподаватель каждое занятие, на каждой паре дает оценку работе каждого студента, производит подсчет заработанных каждым студентом баллов. Заполняет ведомость учета текущей успеваемости, для обеспечения открытости и прозрачности результатов БРС информирует студентов о набранных ими рейтинговых баллах. Ведомость учета текущей успеваемости закрывается только в день проведения экзамена по расписанию экзаменационной сессии. Трудоемкость организационного и информационного обеспечения работы БРС существенно превышает трудоемкость проведения традиционных экзаменов.

Список подобных альтернатив, касающихся БРС, можно продолжить, но и без этого понятно, что балльно-рейтинговая система оценивания знаний студентов достаточно противоречивая и дискуссионная тема. Поэтому представляют интерес результаты эксперимента по введению БРС на кафедре физики ТУСУРа. Любой системе оценивания будут присущи и определенные достоинства, и определенные недостатки и противоречия. Для выявления эффективности и целесообразности системы следовало опробовать ее на практике, проверить на опыте. Лишь опробовав на практике имеющийся вариант БРС, можно было выявить ее положительные и отрицательные черты.

На кафедре физики балльно-рейтинговая методика оценивания результатов обучения студентов работает уже второй десяток лет. На протяжении всего периода ее многолетнего функционирования БРС адаптировалась, изменялась, корректировалась, совершенствовалась, дорабатывалась. Далее изложены общие

впечатления и представления о положительных и отрицательных качествах разработанного к настоящему моменту варианта этой методики оценивания, сложившиеся у преподавателей и студентов кафедры.

Анализ использования на практике балльно-рейтинговой системы

Подробный анализ использования на практике балльно-рейтинговой системы оценивания результатов обучения студентов выявил положительные и некоторые отрицательные моменты её внедрения. Далее приведены итоги анкетирования преподавателей и студентов кафедры, отражающие их отношение к практическому использованию этой системы.

Проблемы интерпретации БРС

Прежде всего следует отметить, что, как следует из ответов на вопросы анкеты, суть, смысл и назначение балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов абсолютно понятны 67% преподавателей кафедры физики и, скорее, понятны 33%. Для результативной работы БРС понятная преподавателям методика и понятные условия использования системы должны быть также прозрачны и понятны студентам. 33% студентов ответили, что БРС им абсолютно понятна, 47% – скорее, понятна, 18% затруднились с ответом и 2% ответили, что, скорее, не понимают эту систему.

Видимо, всё же можно сказать, что преподаватели кафедры достаточно успешно справились с задачей донесения до студентов цели и функций БРС. Непонимание студентами сущности системы оценивания, методики расчета текущих и итоговых баллов опасно тем, что провоцирует возникновение всевозможных конфликтов, претензий, неприятных разборок [16]. Отсутствие данных явлений на кафедре говорит о том, что в ходе адаптации к используемой БРС был преодолен фактор субъективности, когда каждый преподаватель понимает и истолковывает методику по-своему, когда каждый преподаватель использует свой, отличный от других, ее вариант применения. Достигнутое единообразие, тождественность интерпретации и применения БРС способствует лучшему ее пониманию студентами, позволяет им эффективно использовать плюсы системы, рационально планировать и своевременно корректировать свою учебную деятельность.

Проблемы общения с поколением Z

Желания студентов – немаловажный фактор результативности внедрения балльно-рейтинговой системы оценки в образовательный процесс. Поэтому полезно было выяснить степень понимания поколением Z необходимости регулярной систематической работы. 93% преподавателей не сомневаются в том, что такая работа требуется и надеются на то, что выполнение ее студентами возможно, только 7% затруднились с ответом. У студентов «да» необходимости постоянной работы говорит 83%. Несогласие выражает 6%, 11% студентов затрудняются с ответом. Таким образом, преподаватели с большим удовлетворением установили, что большая

часть студентов осознает стоящую перед ними задачу и готова над ее выполнением работать. Но современные студенты – представители поколения Z, «цифровые дети», «зумеры». Они отличаются от старших поколений. Даже анатомия, конструкция мозга у них другая. Например, отдел мозга, отвечающий за восприятие зрительной информации, развит более сильно.

Как можно помочь студентам «нового образца» участвовать в образовательном процессе наиболее успешно? Какие особенности «зумеров» следует преподавателю учесть и под них подстроиться, чтобы БРС функционировала оптимальным образом?

Ответы на данные вопросы касательно психологически грамотного подхода к общению с поколением Z помогли найти современные психологические исследования специфики и уникальности «цифровых детей» [17–19].

Во-первых, согласно психологическим исследованиям поколение Z лучше воспринимает и запоминает визуальную информацию, а потому отдает предпочтение получению знаний в «концентрированном» и максимально визуализированном виде. Для обеспечения данного условия каждая лекция сопровождалась презентаций, фильмом и все определения и формулировки иллюстрировались картинками при минимальном количестве текста.

Во-вторых, поколение Z не способно воспринять и запомнить длинную лекцию. Поэтому весь учебный материал, сообщаемый на занятии преподавателем, делился на короткие смысловые отрезки и подавался малыми частями. После каждой такой порции учебного материала по только что рассмотренной теме студентам задавался вопрос. Студенты пробегались по аудитории и клали на стол преподавателю написанный на маленьком листочке ответ, который далее использовался преподавателем для оценки работы студента на данном занятии.

В-третьих, серьезным мотивом к работе у поколения Z является интересность представляемого материала. Если учебный материал кажется неинтересным, «зумеры» работать не будут. Нет интереса – нет внимания к материалу со стороны студентов. Поэтому, проводя занятия, преподаватели заботятся об этом моменте подачи учебного материала и, кроме того, не устают повторять, зачем студентам нужна физика, зачем нужно «держать мозг в тонусе», зачем нужно уметь аналитически мыслить.

В-четвертых, на учебе поколения Z самым положительным образом сказываются получаемые студентами похвалы и награды. Поэтому преподаватели кафедры физики поддерживают и мотивируют студентов баллами за усвоение каждого смыслового отрезка учебного материала, а также используют неформальные способы награждения [17]. В частной беседе одна из доцентов кафедры математики поделилась своей методикой неформального поощрения. Преподаватель в целях на-

граждения студентов за успешную работу использует маленькие конфетки, что очень нравится студентам и положительно влияет на психологический климат на занятии.

Наконец, в-пятых, наилучшим образом на результативность преподавания влияет использование игровых технологий обучения. Применительно к «зумерам» игровые технологии оказываются даже более эффективными, чем просмотр презентаций. Любой сложный учебный материал, встроенный в игру, воспринимается и усваивается ими легче и быстрее. Разумеется, при использовании игровой технологии необходимо контролировать порцию развлекательного компонента. Количество развлекательности следует вводить не в ущерб учебно-познавательному содержанию [20, 21] материала.

Научно-методическая работа по исследованию возможностей применения социоигровой методики обучения в процессе преподавания дисциплин, читаемых на кафедре физики, проводилась кафедрой в 2013/14 учебном году. Используемые методики и полученные результаты представлены в [22].

Проблема влияния на результат субъективных и случайных факторов

93% преподавателей согласны с тем, что БРС уменьшает влияние случайных факторов и минимизирует отрицательное влияние субъективных причин на качество образовательного процесса, снижает роль случайностей при сдаче экзаменов и зачетов. Только 7% затруднились с ответом. С этим утверждением скорее или полностью согласны только 22% студентов. 46% студентов разделяют противоположное мнение, согласно которому БРС не избавляет студентов от субъективизма преподавателей. 32% студентов затруднились с ответом.

Педагогика активно пытается решить задачу объективного контроля и оценки знаний, разрешить связанные с этим организационные и психологические проблемы. Анализ современной педагогической литературы, содержащей очень большое количество публикаций, посвященных теме оценки знаний, определил основные ошибки, которых надо избегать при оценивании учебной успешности студента. «Предупреждён – значит, вооружён». Пословица говорит о том, что, получив предупреждение о возможных ошибках, преподаватели должны будут акцентировать на этих моментах свое внимание и подобных ошибок не совершать. Именно так преподаватели кафедры и поступают.

Первая ошибка – это ошибка «великодушия и снисходительности». Студенту ставится отметка выше той, что им заслужена. Причина: либо чрезмерная доброта, которая способна принести вред, либо полное безразличие к своим обязанностям – «лишь бы отвязаться».

Вторая ошибка – это ошибка «центральности». Студентам ставится отметка «удовлетворительно» или «хорошо», но не «неудовлетворительно» и не «от-

лично». Причина: либо желание избежать конфликта со студентом из-за заслуженно поставленной отметки «неудовлетворительно», либо желание избежать конфликта с учебным отделом, которому, поставив «отлично», надо будет доказывать, что отметка не завышена.

Третья ошибка связана с действием эффекта Розенталя. Суть этого психологического эффекта заключается в том, что ожидания человека неосознанно определяют его действия (в результате которых ожидания, случается, сбываются). Применительно к рассматриваемой теме это означает, что на отметку оказывают влияние полученная информация об интеллектуальных возможностях студента, его прежних достижениях, внешний вид, дисциплинированность и так далее. Чего быть, разумеется, не должно.

Преподаватели кафедры принимают во внимание необходимость тщательно контролировать себя, чтобы полностью исключить совершение подобных ошибок, дискредитирующих систему оценивания.

Практически все проявления педагогического субъективизма исключает также методика оценки знаний путем тестирования. Достоинствами этого метода является справедливость, равные условия для всех студентов по количеству и по сложности задаваемых вопросов, оперативность получения результата оценки. Тесты, разработанные кафедрой физики по всем темам первого семестра, работают на СДО ТУСУРА и активно используются для оценивания результатов учебной деятельности студентов.

Проблема психического перенапряжения

45% преподавателей согласны с тем, что требуемые БРС постоянные усилия по освоению учебного материала вызывают психологическое перенапряжение. 48% уверены в том, что это не так. 7% от ответа на этот вопрос воздержались. На психологическое перенапряжение, связанное с необходимостью регулярной работы, жалуются 58% студентов. Не согласны с тем, что это проблема БРС, только 16% студентов, затруднились с ответом 26%.

Что предпринимается на кафедре физики в плане помощи этим 58% студентов?

В 2019/20 учебном году кафедра физики, выполняя научно-методическую работу, поставила перед собой задачу «устранить препятствие в виде низкой стрессоустойчивости с пути студентов кафедры к успеху и высокой конкурентоспособности». Результаты этого научно-методического исследования содержатся в [23].

В специальной литературе приводится очень большое количество разработанных методик и психотехник избавления от стресса. В этих трудах, в частности, устанавливается важность физических упражнений для профилактики перегрузки нервной системы и перенапряжения организма студентов, подчеркивается роль дыхательной гимнастики, позволяющей путем научно обоснованных «вдохов-выдохов» быстро на-

тренировать мышцы, насытить клетки кислородом, устранить напряженность и успокоиться. Способы выполнения ряда универсальных и общедоступных методик и психотехник, рассчитанных на аутокоррекцию, т.е. на самостоятельное использование их каждым студентом, приведены в отчете по НМР кафедры [23]. Эти способы доводятся до сведения наших студентов и, как говорят студенты, действительно оказывают помощь.

Отрицательное влияние на состояние здоровья оказывает не только требование постоянства прилагаемых усилий, но и чрезмерная учебная нагрузка: много пар в течение дня, большой объем заданий для самостоятельной проработки. Следует внимательно относиться к этому моменту, не допускать здесь неумеренности, стремиться к оптимальности.

Задача повышения качества обучения, поставленная перед БРС, требует для своего решения рациональной организации внеаудиторной работы студентов. Например, такое требование, как обязательная сдача письменного конспекта по всем самостоятельно изученным студентом темам. Количество таких письменных работ обязательно должно определяться с учетом реальных возможностей выполнимости работы студентами. Иначе вместо глубокой, тщательной проработки учебного материала преподаватель получит «килограммы запачканной бумаги».

Наконец для решения проблемы стрессоустойчивости преподаватели кафедры разрабатывают методическое обеспечение БРС, содержащее простые, четкие, понятные инструкции и рекомендации по выполнению всех заданий, помогающие выполнить задания в срок и без ненужного нервного перенапряжения, связанного с тем, что студенту непонятно, каким образом можно выполнить работу.

Результаты усилий преподавателей кафедры оказались следующими.

У студентов, поступивших в ТУСУР в 2023 году, входной контроль показал очень низкие баллы, даже не достигающие оценки «удовлетворительно». Средние баллы по группе варьировались в пределах от 25 до 36 по разным студенческим группам. Первая контрольная точка, отражающая результаты учебного процесса, идущего с использованием БРС, не выявила резкого скачка баллов, но небольшой прирост всё же наблюдался и, главное, не наблюдалось предполагаемого оппонентами БРС возможного снижения уровня успеваемости. По итогам работы студентов в аудитории и на сайте ТУСУРа «Физика. Приоритет 2030» средние по группе баллы составили 39–59 по разным студенческим группам.

Проблема резкого повышения нагрузки

К существенному недостатку балльно-рейтинговой системы контроля относят ощутимое увеличение временных затрат и преподавателей, и студентов на подготовку к текущим занятиям и на специальные

дополнительные занятия по коррекции знаний и умений учащихся. Авторы [24–27], выражающие неудовлетворенность БРС, связанную с резким увеличением затрат усилий и времени, оценивают повышение объема работы в полтора раза [24]. Согласие с ними выражают 71% преподавателей и 40% студентов кафедры. 29% преподавателей и 22% студентов эргономичность БРС вполне устраивает. 38% студентов с ответом затруднились. Кроме разработки специальных заданий, не требующих больших временных затрат на их выполнение и проверку, других возможностей решения этой проблемы пока не просматривается.

Заключение

Доработка и усовершенствование балльно-рейтинговой системы оценки учебных достижений студентов в ходе её многолетнего использования на кафедре физики ТУСУРа позволили получить систему, которая удовлетворяет 86% преподавателей и 57% студентов. Скорее неудовлетворенными остались 14% преподавателей и 8% студентов. 35% студентов затруднились с ответом.

Положительное отношение к БРС, по мнению преподавателей и студентов кафедры, является результатом следующих факторов:

- способствует улучшению качества знаний (так считает 71% преподавателей и 65% студентов);
- мотивирует студентов к учебной деятельности и равномерной систематической работе (93% преподавателей и 78% студентов);
- способствует повышению посещаемости занятий и уровня сознательной дисциплины (83% преподавателей и 65% студентов);
- обеспечивает прозрачность оценки знаний и упрощает студентам их самостоятельный контроль своей учебной деятельности (93% преподавателей и 65% студентов);
- дает возможность и преподавателям, и студентам своевременно корректировать свою образовательную деятельность (79% преподавателей и 65% студентов).

Таким образом, действующая в настоящий момент на кафедре БРС принимается большей частью преподавателей и студентов. Для увеличения эффективности её работы были реализованы следующие мероприятия.

1. Преподавателями кафедры достигнуто единообразие интерпретации и применения БРС и разработаны способы четкого и понятного донесения сути БРС до студентов, что позволяет результативно использовать положительные свойства системы.

2. Максимально учтены характерные особенности поколения Z, к которому принадлежат современные студенты, разработаны приемы психологически грамотного подхода к общению с ними.

3. Выявлены и приняты к сведению ошибки, связанные с субъективизмом преподавателей, что позволяет преподавателям тщательно контролировать себя и исключать совершение подобных ошибок. Использо-

ются методики оценки знаний, препятствующие проявлениям педагогического субъективизма.

4. Разработаны мероприятия по недопущению нервно-психических перенапряжений и стрессовых состояний всех участников учебного процесса. До сведения студентов доводятся методики, оказывающие помощь путем снятия психического перенапряжения. Разрабатываются и предоставляются студентам четкие, понятные инструкции и рекомендации по выполнению всех заданий, помогающие сделать задания в срок и без ненужного нервного перенапряжения.

Разумеется, реализованные подходы к БРС не сделали идеальным работающий на кафедре вариант этой методики оценки образовательной деятельности студентов. Дальнейшие исследования, доработка и усовершенствования должны помочь выработать новые подходы, позволяющие БРС максимально реализовать свой высокий положительный потенциал.

Литература

1. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: Указ Президента РФ от 1 декабря 2016 № 642. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449>.
2. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента РФ от 21 июля 2020 № 474. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726>.
3. О мерах государственной поддержки программ развития передовых инженерных школ: Постановление Правительства РФ от 8 апреля 2022 № 619. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202204110041>.
4. Бабанский Ю.К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса (Метод. основы). М.: Просвещение, 1982. 192 с.
5. Симонов В.П. Оценка качества обучения и воспитания в образовательных системах: учеб. пособие. М.: Изд-во МГОУ, 2006. 113 с.
6. Елисеев И.Н. Методы, алгоритмы и программные комплексы для расчёта характеристик диагностических средств независимой оценки качества образования: моногр. Новочеркасск: Лик, 2010. 316 с.
7. Краснова Т.И. Инновации в системе оценивания учебной деятельности студентов // Образование для устойчивого развития. Минск: Изд. центр БГУ, 2005. С. 438–440.
8. Милевич А.С. К вопросу о современных технологиях контроля знаний студентов // Современные проблемы науки и образования. 2009. № 6-1. С. 61–64.
9. Апанасенко Г.А. Балльно-рейтинговая система: имеет ли она право на самостоятельное существование? // Современная школа. 2008. № 2. С. 9–14.
10. Ким Н.Ф. Рейтинговая система оценки успеваемости студентов вуза как фактор повышения качества образования // Молодой ученый. 2015. № 17. С. 535–537.
11. Сазонов Б.А. Балльно-рейтинговые системы оценивания знаний и обеспечение качества учебного процесса // Высшее образование в России. 2012. № 6. С. 28–40.
12. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании: учеб. пособие. М.: Академия, 2003. 192 с.
13. Васильева О.С. Балльно-рейтинговая система // Психологический вестник РГУ. 2008. № 3. С. 45–48.
14. Семенчук Л.В. Педагогическая оценка как стимул для учащегося. Эффективность педагогической оценки // Школьная педагогика. 2017. № 3 (10). С. 6–8.
15. Мамонтова М.Ю. Рейтинговая оценка качества результатов обучения: выбор модели // Педагогическое образование в России. 2015. № 7. С. 91–98.
16. Соколова М.А. Балльно-рейтинговая система: слепое следование западным стандартам или эффективная система оценки знаний студента? // Вестн. Нижегородской правовой акад. Н. Новгород: Изд-во ЧОУ ВО НПА, 2017. № 13 (13). С. 75–77.
17. Зайцева Н.А. Теория поколений: мы разные или одинаковые? // Российские регионы: взгляд в будущее. 2015. Т. 2, № 2. С. 220–236.
18. Нечаев Н.Н., Дурнева Е.Е. Цифровое поколение: психолого-педагогическое исследование проблемы // Педагогика. 2016. № 1. С. 36–45.
19. Гаврилова А.В. Социально-психологические особенности ментальности нового поколения // Вестн. Удмуртского ун-та. Сер. Философия, психология, педагогика. 2016. Т. 26, вып. 2. С. 58–63.
20. Гуренович Г.В. Игровые технологии на уроках географии // Педагогика, психология и образование: вызовы и перспективы. 2019. С. 39–42.
21. Букатов В.М. Педагогические таинства дидактических игр: учеб. пособие. М.: Флинта, 1997. 96 с.
22. Воеводина О.В. Использование в учебном процессе социогривной методики обучения // Современное образование: практико-ориентированные технологии подготовки инженерных кадров: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2015. С. 269–270.
23. Воеводина О.В., Окс Е.М. К вопросу о конкурентоспособности выпускников университета // Современное образование: повышение конкурентоспособности университетов: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2021. С. 209–215.
24. Вахитов Р. О балльно-рейтинговой системе. Размышления преподавателя // Кафедра. Газета Башкирского государственного университета. 2013. № 6-7. С. 4–5.
25. Бородич С.А., Тепляковская А.Н. Балльно-рейтинговая система оценки знаний студентов в вузе: проблемы и перспективы // Инновационные педагогические технологии: материалы IV междунар. науч. конф. Казань: Бук, 2016. С. 139–141.
26. Ямпольская Д.Ю. Преимущества и недостатки балльно-рейтинговой системы оценивания качества образования // Развитие современного образования: теория, методика и практика: материалы VI междунар. науч.-практ. конф. Чебоксары: Интерактив плюс, 2015. № 4 (6). С. 185–187.
27. Левченко Т.А. Проблемы и перспективы использования балльно-рейтинговой системы для аттестации учебной работы студентов высших учебных заведений // Успехи современного естествознания. 2008. № 9. С. 55–56.

Окс Ефим Михайлович

Д-р техн. наук, профессор, зав. каф. физики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
 Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
 ORCID: 0000-0002-9323-0686
 Тел.: +7 (3822) 41-47-12
 Эл. почта: oks@fet.tusur.ru

Воеводина Ольга Викторовна

Д-р физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., профессор каф. физики
Томского государственного университета систем управления
и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050

ORCID: 0000-0002-0991-9393

Тел.: +7 (3822) 41-33-69

Эл. почта: O.V.Voevodina@yandex.ru

Oks E.M., Voevodina O.V.

Analysis of Experience in Using Point-Rating System

The results of the refinement and improvement of the point-rating system for evaluating students' academic achievements during its long-term use at the Department of Physics of TUSUR are presented. The contradictions of the system and its application as a unified understanding of its essence, the difficulty of communicating with modern students, representatives of generation Z, the influence of subjective and random factors on the result of the assessment, psychological overstrain caused by a sharp increase in the load on participants in the educational process are considered. The methods to resolve them are described. The opinions of teachers and students regarding the adapted version of the experiencing system are given.

Key words: cumulative points; point-rating system, systematic work, quality of knowledge, motivation for educational activities

References

1. O Strategii nauchno-tehnologicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii: Ukaz Prezidenta RF ot 1 dekabrya 2016 № 642 [On the Strategy for Scientific and Technological Development of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation dated December 1, 2016 No. 642]. Available from: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449> (In Russ.)
2. O nacional'nyh celyah razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda: Ukaz Prezidenta RF ot 21 iyulya 2020 № 474 [On the national development goals of the Russian Federation for the period until 2030: Decree of the President of the Russian Federation No. 474 of July 21, 2020]. Available from: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (In Russ.)
3. O merah gosudarstvennoj podderzhki programm razvitiya peredovyh inzhenernyh shkol: Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 8 aprelya 2022 № 619 [On measures of state support for programs for the development of advanced engineering schools: Decree of the Government of the Russian Federation of April 8, 2022 No. 619]. Available from: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202204110041> (In Russ.)
4. Babansky YuK. Optimizaciya uchebno-vospitatel'nogo processa (Metodicheskie osnovy) [Optimization of the educational process. (Methodological basics)]. M.: Education;1982. (In Russ.)
5. Simonov VP. Ocenka kachestva obucheniya i vospitaniya v obrazovatel'nyh sistemah [Assessing the quality of training and education in educational systems]. M.: Publishing House MGOU;2006. (In Russ.)
6. Eliseev IN. Metody, algoritmy i programnye komplekсы dlya raschyota karakteristik diagnosticheskikh sredstv nezavisimoy ocenki kachestva obrazovaniya [Methods, algorithms and software systems for calculating the characteristics of diagnostic tools for independent assessment of the quality of education]. Novocherkassk: Lik;2010. (In Russ.)
7. Krasnova TI. Innovacii v sisteme ocenivaniya uchebnoj deyatel'nosti studentov [Innovations in the system of assessing students' educational activities]. Obrazovanie dlya ustojchivogo razvitiya [Education for sustainable development]. Minsk. BSU Publishing Center. 2005:438-440. (In Russ.)
8. Milevich AS. K voprosu o sovremennyh tekhnologiyah kontrolya znaniy studentov [On the issue of modern technologies for monitoring students' knowledge]. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education]. 2009;(6-1):61-64 (In Russ.)
9. Apanasenko GA. Ball'no-rejtingovaya sistema: imeet li ona pravo na samostoyatel'noe sushchestvovanie? [Point-rating system: does it have the right to independent existence]. Sovremennaya shkola [Modern school]. 2008;(2):9-14 (In Russ.)
10. Kim NF. Rejtingovaya sistema ocenki uspevaemosti studentov vuza kak faktor povysheniya kachestva obrazovaniya [Rating system for assessing the performance of university students as a factor in improving the quality of education]. Molodoj uchenyj [Young scientist]. 2015;(17):535-537. (In Russ.)
11. Sazonov BA. Ball'no-rejtingovye sistemy ocenivaniya znaniy i obespechenie kachestva uchebnogo processa [Point-rating systems for assessing knowledge and ensuring the quality of the educational process]. Vysshee obrazovanie v Rossii [Higher education in Russia]. 2012;(6):28-40. (In Russ.)
12. Zakharova IG. Informacionnye tekhnologii v obrazovanii [Information technologies in education]. M.: Academy; 2003. (In Russ.)
13. Vasilyeva OS. Ball'no-rejtingovaya sistema [Point-rating system]. Psihologicheskij vestnik Rossijskogo gosudarstvennogo universiteta [Psychological Bulletin of the Russian State University]. 2008;(3):45-48. (In Russ.)
14. Semenchuk LV. Pedagogicheskaya ocenka kak stimul dlya uchashchegosya. Effektivnost' pedagogicheskoy ocenki [Pedagogical assessment as an incentive for students. The effectiveness of pedagogical assessment]. Shkol'naya pedagogika [School pedagogy]. 2017;3 (10):6-8. (In Russ.)
15. Mamontova MYu. Rejtingovaya ocenka kachestva rezul'tatov obucheniya: vybor modeli [Rating assessment of the quality of learning outcomes: choosing a model]. Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii [Pedagogical education in Russia]. 2015;(7):91-98. (In Russ.)
16. Sokolova MA. Ball'no-rejtingovaya sistema: slepoe sledovanie zapadnym standartam ili effektivnaya sistema ocenki znaniy studenta? [Point-rating system: blind adherence to Western standards or an effective system for assessing student knowledge?]. Vestnik Nizhegorodskoj pravovoj akademii [Bulletin of the Nizhny Novgorod Law Academy]. N. Novgorod. Publishing house CHOU VO NPA. 2017;13(13):75-77. (In Russ.)
17. Zaitseva NA. Teoriya pokolenij: my raznye ili odinakovy? [Generation theory: are we different or the same?]. Rossijskie regiony: vzglyad v budushchee [Russian regions: a look into the future]. 2015;2(2):220-236. (In Russ.)
18. Nechaev NN, Durneva EE. Cifrovoye pokolenie: psikhologo-pedagogicheskoye issledovanie problem [Digital generation: psychological and pedagogical study of the problem]. Pedagogika [Pedagogy]. 2016;(1):36-45. (In Russ.)
19. Gavrilova AV. Social'no-psikhologicheskie osobennosti mental'nosti novogo pokoleniya [Socio-psychological features of the mentality of the new generation]. Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya 'Filosofiya, psihologiya, pedagogika' [Bulletin of the Udmurt University. Series Philosophy, psychology, pedagogy]. 2016;26(2):58-63. (In Russ.)

20. Gurenovich GV. Igrovye tekhnologii na urokah geografii [Game technologies in geography lessons]. Pedagogika, psihologiya i obrazovanie: vyzovy i perspektivy [Pedagogy, psychology and education: challenges and prospects]. 2019:39-42. (In Russ.)

21. Bukatov VM. Pedagogicheskie tainstva didakticheskikh igr [Pedagogical sacraments of didactic games]. M.: Flinta;1997. (In Russ.)

22. Voevodina OV. Ispol'zovanie v uchebnom processe socioigrovoj metodiki obucheniya [Use of socio-game teaching methods in the educational process]. Sovremennoe obrazovanie: praktiko-orientirovannye tekhnologii podgotovki inzhenernykh kadrov. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii [Modern education: practice-oriented technologies for training engineering personnel. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2015:269-270. (In Russ.)

23. Voevodina OV, Oks EM. K voprosu o konkurentosposobnosti vypusknikov universiteta [On the question of the competitiveness of university graduates]. Sovremennoe obrazovanie: povyshenie konkurentosposobnosti universitetov: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii [Modern education: increasing the competitiveness of universities. Proc. of the international scientific and methodological conference]. 2021:209-215. (In Russ.)

24. Vakhitov R. O ball'no-rejtingovoj sisteme. Razmyshleniya prepodavatelya [About the point-rating system. Reflections of the teacher]. Kafedra. Gazeta Bashkirskego gosudarstvennogo universiteta [Department. Newspaper of the Bashkir State University]. 2013;(6-7):4-5. (In Russ.)

25. Borodich SA, Teplyakovskaya AN. Ball'no-rejtingovaya sistema ocenki znanij studentov v vuze: problemy i perspektivy [Point-rating system for assessing students' knowledge at a university: problems and prospects]. Inno-vacionnye pedagogicheskie tekhnologii Materialy IV mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii [Innovative pedagogical technologies. Proc. of the IV international scientific conference]. Kazan. Buk. 2016:139-141. (In Russ.)

26. Yampolskaya DYu. Preimushchestva i nedostatki ball'no-rejtingovoj sistemy ocenivaniya kachestva obrazovaniya [Advantages and disadvantages of the point-rating system for assessing the quality of education]. Razvitie sovremennogo obrazovaniya: teoriya, metodika i praktika: materialy VI mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [Development of modern education: theory, methodology and practice. Materials of the VI international scientific and practical conference]. Cheboksary. Interactive Plus. 2015;4(6):185-187. (In Russ.)

27. Levchenko TA. Problemy i perspektivy ispol'zovaniya ball'no-rejtingovoj sistemy dlya attestacii uchebnoj raboty studentov vysshix uchebnykh zavedenij [Problems and prospects for using a point-rating system for certification of educational work of students of higher educational institutions]. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya [Advances of modern natural science]. 2008;(9):55-56. (In Russ.)

Efim M. Oks

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Physics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0002-9323-0686)
Phone: +7 (382-2) 41-47-12
Email: oks@fet.tusur.ru

Olga V. Voevodina

Doctor of Physics and Maths Sciences, r. Senior Researcher, Professor, Department of Physics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0002-0991-9393)
Phone: +7 (382-2) 41-33-69
Email: O.V.Voevodina@yandex.ru

УДК 004.942.41:66.021.3

Т.В. Ганджа, А.О. Ушаков, П.Б. Молоков, И.И. Жерин

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АППАРАТОВ ЯДЕРНО-ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА В СРЕДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ МАРС И ИХ ИНТЕГРАЦИЯ В ВИРТУАЛЬНУЮ ЛАБОРАТОРИЮ

Рассматривается использование среды моделирования МАРС российского производства при решении задачи по разработке моделей аппаратов ядерно-топливного цикла на примере реактора идеального смешения. Описаны основы моделирования и управления реактора идеального смешения, включая математическое описание объекта и используемые параметры. Приведены примеры потенциального использования существующих и планируемых разработок на базе МАРС в различных сценариях и рассмотрено, каким образом оно упрощает решение технических задач. Подтверждена значимость использования методов математического моделирования как эффективного инструмента для разработки и описания сложных технологических объектов и систем.

Ключевые слова: математика, моделирование, модель, химия, технология, экстракция.

Введение

Моделирование позволяет упростить решение сложных задач путем замещения объектов моделями, которые фиксируют наиболее существенные свойства и особенности этих объектов. Модель объекта/процесса становится основой для его управления, которое позволяет упростить и оптимизировать эти процессы, а также повысить их производительность и эффективность [1].

Настоящая работа проведена совместным коллективом Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), Северского технологического института «Национальный ядерный университет «МИФИ»» («СТИ НИЯУ МИФИ») на базе среды моделирования МАРС [2] в рамках создания виртуальной лаборатории, целью которой является проведение практико-ориентированных работ с имитационными моделями компонентов и систем ядерной энергетики. Планируется, что разрабатываемая виртуальная лаборатория будет включать основные аппараты химической промышленности, а также сложные технические управляемые системы (СТУС) на их основе и позволит приобрести широкий спектр профессиональных компетенций по работе с «цифровыми двойниками» реальных объектов управления, в том числе получить первоначальный опыт работы с основными аппаратами ядерной отрасли.

Помимо непосредственной прикладной пользы, актуальность проводимых работ также заключена в том, что в связи с глобальным и стремительным развитием различных информационных систем и быстро меняющейся ситуацией в мире на первый план выходят проблемы организации национального технологического суверенитета, а успешная реализация отечественной информационной продукции и технологий позволит найти к ним решения.

Настоящая работа базируется на основе метода компонентных цепей (МКЦ) [3]. За основу взят обобщенный компонент физико-химической системы с не-

однородными векторными связями [4], при помощи которого создана первая экспериментальная статическая модель реактора идеального смешения в среде моделирования МАРС.

Описание моделируемого объекта

Аппараты химических производств атомной отрасли разнообразны и, как правило, предназначены для решения конкретных задач в сопутствующей им технологии. Одними из самых распространенных аппаратов можно назвать массообменные аппараты, которые успешно и широко применяются при проведении разного рода технологических процессов. При выполнении моделирования подобных аппаратов возникают естественные сложности по определению и расчету некоторых физико-химических параметров, вызванные отсутствием экспериментальных данных или сложностью их получения. В связи с этим наиболее рациональным способом создания соответствующих моделей аппаратов подобного типа с последующей их интеграцией и реализацией в какой-либо платформе является выбор на начальном этапе наиболее простых с технической и расчетно-математической точки зрения объектов моделирования [5].

В рамках проводимых работ моделируемым компонентом был выбран химический реактор идеального смешения (РИС) периодического действия. В качестве основного химического процесса, протекающего в РИС, рассматривалась жидкостная экстракция урана трибутилфосфатом в присутствии азотной кислоты. Предполагалось, что весь процесс протекает в аппарате в отсутствие теплообмена с окружающей средой и при постоянном давлении. Условное обозначение компонента, разрабатываемого с использованием МКЦ, представлено на рис. 1.

Реальный аналог моделируемого объекта представляет собой цилиндрическую емкость с четырьмя технологическими отверстиями для подвода/отвода участвующих в экстракции веществ, а также устройство для перемешивания водной и органической фаз. Как пра-

вило, аппараты типа РИС обладают большим набором положительных технических характеристик, просты в обслуживании и имеют несложную конструкцию, что позволяет наиболее эффективно разрабатывать математические имитационные модели на их основе.

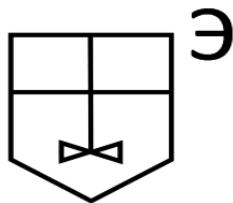


Рис. 1. Условное схематическое изображение реактора идеального смешения

Математическая модель экстракционного процесса

При моделировании процесса экстракции одной из главных задач является определение концентраций компонентов, перешедших в экстракт. В связи с этим необходимо использование соответствующей адекватной модели экстракционного процесса, позволяющей произвести расчет его основных параметров при проведении одноступенчатых или многоступенчатых процессов.

При моделировании РИС и разработке соответствующего компонента в МАРС в качестве основы была взята математическая модель экстракции А.М. Розена. Данная математическая модель использовалась для описания процесса извлечения урана в органическую фазу из азотно-кислого раствора [6]:

$$\begin{cases} y = \frac{1}{2} \left(L_0 - \frac{\sqrt{1+8FL_0} - 1}{4F} \right) \\ F = \frac{f_U}{(1+f_H)^2} \\ f_U = \tilde{k}_U x_U (2x_U + x_{HNO_3})^2 \\ \tilde{k}_U = e^{4,8-5,77(x_{HNO_3}+3x_U)^{0,5}+4,17(x_{HNO_3}+3x_U)-0,712(x_{HNO_3}+3x_U)^{1,5}} \\ f_H = 0,2x_{HNO_3} (2x_U + x_{HNO_3}) \end{cases} \quad (1)$$

где x_U – концентрация урана в водной фазе, моль/л; x_{HNO_3} – концентрация кислоты в водной фазе, моль/л; y – концентрация урана в органической фазе, моль/л; L_0 – исходная концентрация экстрагента, моль/л; \tilde{k} – кажущаяся константа распределения урана.

Концентрация кислоты, перешедшей в процессе массообмена в органическую фазу, может быть определена из уравнения

$$y_{HNO_3} = \frac{(L_0 - 2y)f_H}{1 + f_H}, \quad (2)$$

где y_{HNO_3} – концентрация азотной кислоты в органической фазе, моль/л.

Метод компонентных цепей

Используемый в настоящей работе метод компонентных цепей является универсальным при проведении компьютерного моделирования СТЭС или отдельных компонентов. МКЦ принадлежит к объектно-ориентированному языковому классу и может применяться в случае моделирования СТЭС с учетом информационных и энергетических связей. Элементы, обрабатываемые с помощью МКЦ, могут входить в общую комплексную модель системы, но при этом обладать различными физико-химическими свойствами и природой [2].

Использование МКЦ позволяет осуществлять автоматическое конструирование модели для отдельно взятого компонента СТЭС в качестве системы алгебраических дифференциальных уравнений в обыкновенных/частных производных на базе следующих четырех основных аспектов:

- 1) геометрического (G);
- 2) топологического (T);
- 3) физического (F);
- 4) математического (M).

На рис. 2 представлена схема модели компонента, разработанная на основе четырех аспектов МКЦ.

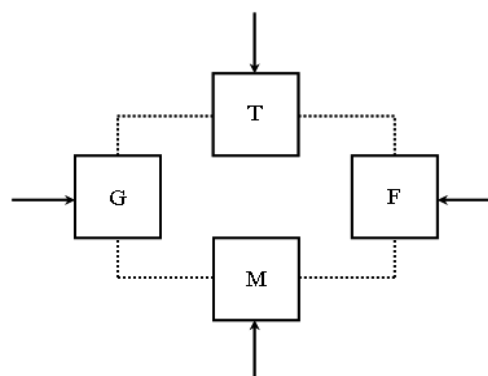


Рис. 2. Схема модели компонента, разработанная на основе четырех аспектов МКЦ

Геометрический аспект (G) включает в себя условное графическое/буквенное обозначение компонента СТЭС и правила визуализации получаемых результатов на панели управления. Под топологическим аспектом (T) понимается количество, а также тип связей в СТЭС и их ориентация относительно моделируемого компонента. Типы связей с соответствующими им переменными вводятся в модель согласно типу проводимого моделирования, которое может быть охарактеризовано как математическое, имитационное или визуальное. Физический аспект определяет тип протекаемого физического или физико-химического процесса в моделируемом компоненте СТЭС, его свойства и параметры. Под математическим аспектом понимается математическое и алгоритмическое описание процесса в компоненте СТЭС. Формирование математической модели компонента осуществляется в локальном ко-

ординатном базисе в форме системы уравнений, записанных относительно значений параметров и связей в аналогичном физическом координатном базисе. Создаваемая математико-алгоритмическая модель компонента представляет собой совокупность нескольких выражений в явном виде, включающих переменные входных связей, которые в достаточной степени позволяют осуществить расчет значений соответствующих переменных для связей на выходе.

Разрабатываемый компонент, представленный на рис. 1, обладает четырьмя основными типами связей:

- 1) связь, характеризующая подачу в компонент экстрагируемого соединения и примесей SL;
- 2) связь, характеризующая подачу в компонент экстрагента SS;
- 3) связь, характеризующая отвод из компонент рафината SR;
- 4) связь, характеризующая отвод из компонент экстракта SE.

Считая, что в каждом из потоков присутствуют все компоненты, данные связи можно описать в качестве систем векторов соответствующих переменных:

$$\begin{cases} S_L = (n_L \eta^- b_L) \rightarrow \{P_L, G_L, \{T_L, Q_L\}, \{C_L\}\}; \\ S_S = (n_S \eta^- b_S) \rightarrow \{P_S, G_S, \{T_S, Q_S\}, \{C_S\}\}; \\ S_R = (n_R \eta^+ b_R) \rightarrow \{P_R, G_R, \{T_R, Q_R\}, \{C_R\}\}; \\ S_E = (n_E \eta^+ b_E) \rightarrow \{P_E, G_E, \{T_E, Q_E\}, \{C_E\}\}; \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} C_L = \{C_L^U, C_L^{HNO_3}, C_L^{TBP}\} \\ C_S = \{C_S^U, C_S^{HNO_3}, C_S^{TBP}\} \\ C_R = \{C_R^U, C_R^{HNO_3}, C_R^{TBP}\} \\ C_E = \{C_E^U, C_E^{HNO_3}, C_E^{TBP}\} \end{cases}, \quad (4)$$

где n – топологическая координата (узел); b – топологическая координата (ветвь); η – отношение инцидентности ветви b к узлу n ; P – давление в системе, Па; G – мольный расход вещества, моль/с; T – температура, К; Q – количество теплоты, Дж; C – концентрация вещества, моль/л.

Разработка и реализация модели компонента в среде моделирования MARC

Разработка модели компонента производилась с использованием языка C++ как одного из наиболее распространенных программных языков.

В процессе разработки компоненту было присвоено название «РИС-Э» и реализована возможность вывода числовых и графических данных на интерфейс визуализации MARC. Данный компонент был интегрирован в схему автоматизации, представленной на рис. 3, позволяющей контролировать значения расходов R_i и концентраций C_i . К компоненту были подведены две линии входных потоков раствора L и экстрагента S , а

также имелись две линии для отвода рафината R и экстракта E и подведенные к каждой из них датчики контроля заданных параметров. Температура и давление были постоянными, их влияние не рассматривалось, но в схеме присутствует возможность их регулирования после доработки модели основного компонента.

Запуск модели позволяет получить данные о ходе протекания экстракционного процесса и показывает начальные и конечные значения концентраций основных веществ, участвующих в процессе, включая уран, азотную кислоту и трибутилфосфат, а также осуществлять их регулировку путем изменения входных параметров процесса.

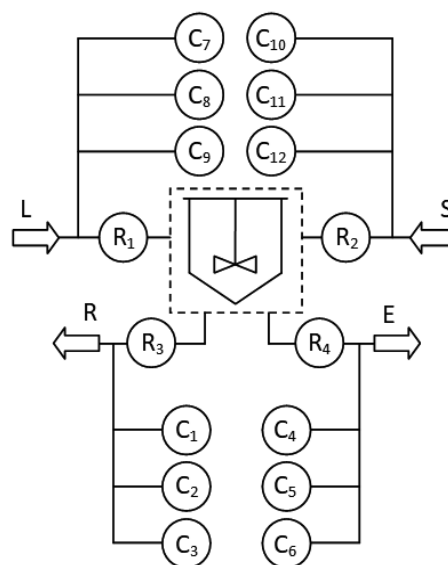


Рис. 3. Схема модели компонента, интегрированного в схему автоматизации с контролируемыми параметрами

При необходимости имеется возможность вывода данных в виде графика, что представлено на рис. 4. Однако, ввиду того что лежащая в основе компонента модель является статической, осуществить построение возможно только по конкретным точкам при различных условиях проводимого эксперимента.

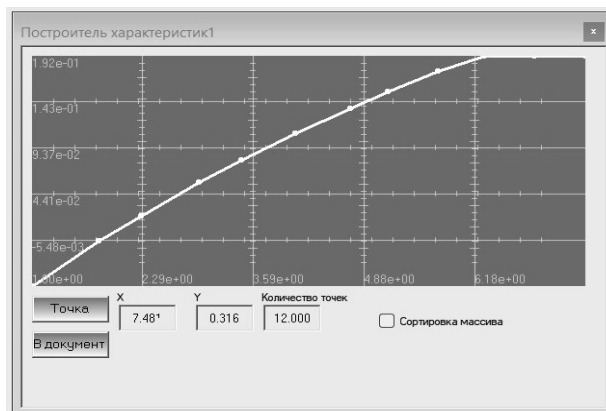


Рис. 4. Построение графика результатов обработки данных, полученных с использованием разработанного компонента «РИС-Э» в визуальном интерфейсе MARC

Заключение

Дальнейшее проведение работ в данном направлении позволит осуществить разработку и полноту реализации идей, которые будут использованы при создании виртуальной лаборатории. Подтверждена возможность использования среды всестороннего программного моделирования MARS для разработки имитационных моделей аппаратов ядерной отрасли и сложных физико-химических систем, в связи с чем предлагается осуществить проведение дополнительных работ по созданию более сложных и комплексных моделей для более широкого спектра оборудования.

Разработка и использование нового отечественного программного обеспечения при проведении работ позволяет обеспечить дальнейшее развитие научно-технологического потенциала, в том числе и в области импортозамещения иностранных программных продуктов.

Литература

1. Новосельцев В.Н. Достоинства и недостатки математического моделирования // *Фундаментальные исследования*. 2004. № 6. С. 121–122.
2. Дмитриев В.М., Ганджа Т.В. Среда многоуровневого компьютерного моделирования химико-технологических систем. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2017. 332 с.
3. Дмитриев В.М., Арайс Л.А., Шутенков А.В. Автоматизация моделирования промышленных роботов. М.: Машиностроение, 1995. 304 с.
4. Дмитриев В.М., Ганджа Т.В., Важенин С.К. Принципы построения моделей сложных технологических объектов с неоднородными векторными связями // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. 2014. № 1 (41). С. 104–111.
5. Шимова Ю.С., Демиденко Н.Ю., Лис Е.В. Моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие. Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2021. 94 с.
6. Розен А.М. Термодинамика экстракционных равновесий уранилнитрата // *Атомная энергия*. 1957. Т. 2, № 5. С. 445–458.

Ганджа Тарас Викторович

Д-р техн. наук, профессор, профессор каф. компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники («ТУСУР»)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID (0000-0002-4996-8114)
Тел.: +7 (3822) 41-39-15
Эл. почта: gandgatv@gmail.com

Ушаков Александр Олегович

Аспирант отделения ядерно-топливного цикла (ОЯТЦ) Томского политехнического университета (ТПУ)
Ленина пр-т, д. 30, г. Томск, Россия, 634050
Инженер-исследователь Северского технологического института «Национального ядерного университета «МИФИ»» («СТИ НИЯУ МИФИ»)
Коммунистический пр-т, д. 65, г. Северск, Россия, 636036
Тел.: +7 (952) 896-99-19

Эл. почта: lalexander6@mail.ru

Молоков Петр Борисович

Канд. техн. наук, доцент, каф. химии и технологии материалов современной энергетики (ХиТМСЭ) Северского технологического института «Национального ядерного университета «МИФИ»» («СТИ НИЯУ МИФИ»)
Коммунистический пр-т, д. 65, г. Северск, Россия, 636036
Тел.: +7 (4957) 88-56-99
Эл. почта: pbmolokov@mephi.ru

Жерин Иван Игнатьевич

Д-р хим. наук, профессор, профессор отделения ядерно-топливного цикла (ОЯТЦ) Томского политехнического ун-та (ТПУ)
Ленина пр-т, д. 30, г. Томск, Россия, 634050
Phone: +7 (3822) 60-63-11
Email: gerinii@tpu.ru

Gandzha T.V., Ushakov A.O., Molokov P.V., Zherin I.I.

Development of Mathematical Models for Nuclear Fuel Cycle Devices in MARS Modeling Environment and Their Integration into a Virtual Laboratory

The use of the Russian-made MARS modeling environment when solving the problem of developing models of nuclear fuel cycle devices with using the example of an ideal mixing reactor is presented. The basics of modeling and control of the ideal mixing reactor, including a mathematical description of the object and used parameters are described. Examples of the potential use of existing and planned developments based on MARS in various scenarios and how it simplifies the solution of technical problems are given. The importance of using mathematical modeling methods as an effective tool for the development and description of complex technological objects and systems is noted.

Keywords: mathematics, modeling, model, chemistry, technology, extraction.

References

1. Novoseltsev VN. Dostoinstva i nedostatki matematicheskogo modelirovaniya [Advantages and disadvantages of mathematical modeling]. *Fundamentalnye issledovaniya* [Fundamental Research]. 2004;(6):121–122. (In Russ.)
2. Dmitriev VM, Gandzha TV. Sreda mnogourovnevnogo kompyuternogo modelirovaniya [Environment for multilevel computer modeling of chemical-technological systems]. Tomsk: TSU Publishing House;2017. (In Russ.)
3. Dmitriev VM, Arais LA, Shutenkov AV. Avtomatizatsiya modelirovaniya promyshlennykh robotov [Automation of modeling of industrial robots]. M.: Mashinostroenie;1995. (In Russ.)
4. Dmitriev VM, Gandzha TV, Vazhenin SK. Principy postroeniya modelej slozhnykh tekhnologicheskikh ob"ektov s neodnorodnymi vektornymi svyazyami. [Principles of constructing models of complex technological objects with heterogeneous vector connections]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemyj analiz. Modelirovanie* [Modern technologies. System analysis. Modeling]. 2014;1(41):104–111. (In Russ.)
5. Shimova YuS, Demidenko NYu, Lis EV. Modelirovanie khimiko-tekhnologicheskikh protsessov [Modeling of chemical-technological processes]. Krasnoyarsk: Siberian State University named after. M. F. Reshetneva;2021. (In Russ.)

6. Rozen AM. Thermodynamica extraxtsionnih ravnovesiy uranyl nitrata [Thermodynamics of extraction equilibria of uranyl nitrate]. Atomnaya Energia [Atomic energy]. 1957; 2(5):445–458. (In Russ.)

Taras V. Gandzha

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Department of Computer Control and Design Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0002-4996-8114)
Phone: +7 (382-2) 41-39-15
Email: gandgatv@gmail.com

Alexander O. Ushakov

Third-year postgraduate student, Nuclear Fuel Cycle Department, Tomsk Polytechnic University (TPU)
30, Lenin prosp., Tomsk, Russia, 634050
Research engineer, Department of Technologies and Materials of Modern Energy, Seversk Technological Institute ‘National

Research Nuclear University’ (MEPHI)
65, Kommunistichesky prosp., Seversk, Tomsk region, Russia, 636036
Phone: +7 (952-8) 96-99-19
Email: lalexander6@mail.ru

Petr B. Molokov

Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor, Department of Technologies and Materials of Modern Energy, Seversk Technological Institute ‘National Research Nuclear University’ (MEPHI)
65, Kommunistichesky prosp., Seversk, Tomsk region, Russia, 636036
Phone: +7 (495-7) 88-56-99
Email: pbmolokov@mephi.ru

Ivan I. Zherin

Doctor of Chemical Sciences, Professor, Department of Nuclear Fuel Cycle, Tomsk Polytechnic University (TPU)
30, Lenin prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 60-63-11
Email: gerinii@tpu.ru

УДК 378.147

Ю.В. Шаблия

ПОДХОД К ПРЕПОДАВАНИЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН С АКТИВНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗМОЖНОСТЕЙ LMS MOODLE

Представлено описание подхода к преподаванию математических дисциплин с активным использованием возможностей системы управления обучением Moodle, который был сформирован по итогам личного опыта. Предлагаемый подход представлен в виде набора рекомендаций с точки зрения организации учебного процесса, а также технической реализации сопутствующих процессов.

Ключевые слова: математические дисциплины, электронное обучение, электронный курс, Moodle, STACK.

Введение

Математические дисциплины являются необходимым базисом для большинства других теоретических и прикладных дисциплин. При этом процесс формирования компетенций в различных областях математики характеризуется высокой степенью сложности и требует особого внимания к организации образовательного процесса по таким дисциплинам. Развитие информационных технологий активно влияет на все сферы жизнедеятельности, исключением не стала и модификация сферы образования. Например, одним из результатов цифровизации сферы образования стало повсеместное применение технологий электронного обучения, в том числе и при преподавании математических дисциплин [1, 2]. Таким образом, необходимо активно применять современные образовательные технологии, чтобы образовательный процесс был эффективным. При этом возникает проблема определения конкретных технологий и способов организации их применения для получения положительного эффекта в образовательном процессе.

В данной статье представлено описание подхода к преподаванию математических дисциплин с активным использованием возможностей системы управления обучением Moodle [3], который был сформирован по итогам личного опыта. Далее представлено описание предлагаемого подхода в виде набора рекомендаций, во-первых, с точки зрения организации учебного процесса, во-вторых, с точки зрения технической реализации сопутствующих процессов.

Организация учебного процесса

1. Все правила, касающиеся взаимодействия преподавателя и обучающегося в ходе образовательного процесса должны быть определены, зафиксированы и объявлены в самом начале. Это касается правил проведения контрольных мероприятий и итоговой аттестации, правил их оценивания, сроков выполнения, условий допуска к ним и других. В таком случае студенты могут самостоятельно планировать процесс своего обучения, а также минимизируются шансы возникновения спорных ситуаций между обучающимся и преподавателем.

2. Поддача теоретического материала должна быть логически последовательна с разделением на смысловые блоки и явным указанием на соответствие темам из итоговой аттестации. В таком случае обучающимся будет легче ориентироваться в теоретическом материале при подготовке к прохождению итоговой аттестации. Кроме того, теоретический материал должен быть представлен в минимальной и достаточной для понимания форме с использованием наглядных примеров. Такой формат представления материала сделает его простым и доступным для освоения большей частью студентов. При этом дополнительные теоретические материалы более сложного содержания могут быть использованы теми, кто желает освоить дисциплину более детально.

3. Все практические задания, в том числе задания контрольных мероприятий, должны быть индивидуализированы, т.е. у каждого должен быть свой уникальный вариант задания. Даже если имеется один шаблон задания, то необходимо вводить отличия в каких-либо числовых значениях. Это позволит максимально исключить возможность бездумного переписывания с работ других обучающихся;

4. Оценивание выполненных практических заданий должно быть дифференцированным, т.е. оцениваться должен каждый отдельный этап, а не только итоговый ответ. В таком случае оценка обучающегося, который выполнил задание не в полном объеме или полностью, но с некоторыми ошибками в самом начале его выполнения, будет адекватно отражать долю корректно выполненных действий.

5. Проведению контрольных мероприятий должно предшествовать обязательное выполнение подготовительных работ (самостоятельные индивидуальные задания) с наличием минимального проходного порога. При этом необходимо обеспечить обучающегося подробными методическими материалами по выполнению индивидуального задания, а количество попыток его выполнения должно быть неограниченным. В таком случае студент сможет выполнять индивидуальное задание до тех пор, пока окончательно не разберется в соответствующей теме, а также сможет хорошо подготовиться к контрольному мероприятию.

6. Итоговая аттестация должна проводиться в условиях максимального контроля самостоятельности выполнения контрольных заданий и ответа на контрольные вопросы. Это позволит в большинстве случаев исключить возможность помощи со стороны третьих лиц и, следовательно, корректно оценить сформированные у обучающегося компетенции.

7. Образовательный процесс должен сопровождаться рейтинговой системой, которая будет учитывать качество работы студента как во время процесса обучения, так и во время итоговой аттестации. В таком случае, если учащийся хорошо показал себя во время процесса обучения, то накопленный рейтинг должен


упростить ему прохождение итоговой аттестации. Также стоит рассмотреть наличие дополнительных и необязательных заданий для получения добавочных баллов к рейтингу. Это позволит активизировать работу обучающегося в течение всех занятий, а не только во время контрольных мероприятий и итоговой аттестации.

Далее по каждому пункту представлен используемый вариант его технической реализации с применением возможностей системы управления обучением Moodle на примере разработанного автором электронного курса по дисциплине «Теория принятия решений» (рис. 1).

Теория принятия решений (09.03.01, 09.03.02 2023/2024)

Курс «Теория принятия решений» предназначен для студентов, обучающихся по направлению подготовки:

- 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника;
- 09.03.02 – Информационные системы и технологии.



Шабля Ю.В.
Доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.

Целью данной дисциплины является обучение студентов основам теории принятия решений.

В рамках данного курса будут изучены основные математические методы для обоснования решений в различных областях целенаправленной человеческой деятельности, а также будут сформированы умения формализации реальных ситуаций, создания правильных математических моделей и грамотного использования математических методов.

Общее

Вебинары

Лекция Опрос

Практика

Инструкция по работе с электронным курсом

Форумы

Объявления

Консультации

Информация

Описание курса

Автор курса

Таблица баллов

Линейное программирование

Задача о ресурсах (графический метод)

Лекция (html) Лекция (pdf)

Практика (min) Практика (max)

Домашнее задание

Задача о ресурсах (симплекс-метод)

Лекция (html) Лекция (pdf)

Практика (min) Практика (max)

Домашнее задание

Транспортная задача

Лекция (html) Лекция (pdf)

Практика (min) Практика (max)

Домашнее задание

Текст и медиа: 1 Лекции: 5 Файлы: 5 Гиперссылки: 4 Тесты: 6
Прогресс: 2 / 6

Контрольная работа №1

Индивидуальное задание

Индивидуальное задание №1

Контрольная работа

Контрольная работа №1

Рис. 1. Фрагмент основной страницы авторского электронного курса

Современный электронный курс не должен представлять собой простейшее хранилище файлов с набором тестовых заданий: он должен быть самодостаточен, содержать исчерпывающий перечень образовательного контента, в том числе различного рода методические материалы. При этом студент должен суметь без особых затруднений разобраться в таком многообразии новой для него информации. Для компактности представления элементов электронного курса используется следующий формат: список элементов электронного курса скрывается за графической обложкой, содержащей кнопки быстрого доступа к скрытым элементам. Это позволяет значительно сократить длину основной страницы. Также для упрощения ориентации по содержанию электронного курса используется их графическое разбиение на смысловые блоки, а применяемая палитра цветов кнопок соответствует знакомой обучающимся палитре цветов электронного расписания занятий:

- кнопки со ссылками на теоретические материалы имеют цвет, соответствующий лекционным занятиям в электронном расписании;
- кнопки со ссылками на практические задания имеют цвет, соответствующий практическим занятиям в электронном расписании;
- кнопки со ссылками на контрольные мероприятия имеют цвет, соответствующий аттестационным занятиям в расписании занятий.

Кроме того, можно записать краткую видео-инструкцию с правилами работы в электронном курсе (кнопка «Инструкция по работе с электронным курсом» в блоке «Общее» на рис. 1).

Техническая реализация

1. Все правила, касающиеся взаимодействия преподавателя и студента в ходе образовательного процесса, следует озвучить на первом вводном занятии. Также данную информацию можно разместить в электронном курсе дисциплины с помощью элемента «Страница» (кнопка «Описание курса» в блоке «Общее» на рис. 1). Это позволит обучающимся в любой момент ознакомиться с данной информацией, например, если что-то было упущено на первом вводном занятии или оно в принципе было пропущено по каким-либо причинам. В дополнение можно периодически напоминать студентам о важной актуальной информации как во время проведения занятий, так и с помощью форума объявлений через электронный курс (кнопка «Объявления» в блоке «Общее» на рис. 1). С точки зрения условий допуска к контрольным мероприятиям можно для элементов электронного курса воспользоваться встроенной настройкой «Ограничение доступа» и указать зависимость от прохождения подготовительных работ с требованием выполнения минимального проходного порога. Также можно задать сроки выполнения заданий.

2. С точки зрения подачи теоретического материала электронный курс может содержать в себе различные файлы и ссылки на соответствующий образовательный контент (кнопки «Лекция (html)» и «Лекция (pdf)» в блоке «Линейное программирование» на рис. 1). Также полезно будет наличие записей вебинаров или видеозаписей с проведением преподавателем лекционного занятия (кнопка «Лекция» в блоке «Общее» на рис. 1), так как это позволит полностью или хотя бы частично восполнить пропуск лекционного занятия.

3. Обеспечение каждого обучающегося индивидуальным заданием с математическими вычислениями является трудоемкой задачей для преподавателя. Чтобы автоматизировать данный процесс, можно воспользоваться функционалом системы STACK [4], интегрируемой в систему управления обучением Moodle. Данная система позволяет запрограммировать генерацию параметров для условия задания с математическими вычислениями за счет применения функциональных возможностей системы компьютерной алгебры Maxima [5].

4. Проверка и оценивание выполненных практических заданий также является трудоемкой задачей. Помимо генерации заданий, для этого также может использоваться система STACK [5]. Однако таким способом далеко не всегда можно получить дифференцированную оценку, в результате чего автоматически проверяются и оцениваются только итоговые ответы от обучающихся, а подробности хода решения задания анализируются лично преподавателем;

5. Используя возможности системы STACK, генератор задания с автоматической проверкой и оцениванием введенного ответа может быть трансформирован в обучающий тренажер за счет генерации подробного хода решения задачи. Таким образом, если обучающийся не смог выполнить задание, то он может ознакомиться с автоматически сгенерированным системой ходом решения задания и воспользоваться новой попыткой для выполнения другой аналогичной задачи. Полезным будет наличие записей вебинаров или видеозаписей с разбором выполнения преподавателем аналогичных заданий (кнопка «Практика» в блоке «Общее» на рис. 1), так как это позволит изучить материал в динамике и с комфортной для студента скоростью.

6. Максимальный контроль самостоятельности выполнения контрольных заданий и ответа на вопросы проще всего может обеспечиваться в очной форме без использования каких-либо дополнительных источников. В таком случае электронный курс может быть задействован только при условии необходимости проведения контрольных мероприятий в дистанционной форме, например через вебинар.

7. Правильная настройка встроенного журнала оценок в электронном курсе системы управления обучением Moodle позволяет наглядно отразить текущую си-

туацию относительно набранных баллов рейтинговой системы. С точки зрения дополнительных заданий на получение дополнительных баллов к рейтингу можно рассмотреть следующее: выполнение творческих индивидуальных заданий с более глубоким изучением теоретического и практического материала, проведение конкурса конспектов лекций, опрос в конце занятия по пройденному материалу, и другие.

Заключение

Представленные в работе рекомендации были апробированы автором при преподавании таких математических дисциплин, как «Теория принятия решений», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Алгебра и геометрия» для студентов Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. Результатом стал положительный эффект как с точки зрения повышения успеваемости студентов, так и с точки зрения результатов полученной анонимной обратной связи от студентов. Кроме того, разработанный электронный курс «Теория принятия решений» занял 1-е место в конкурсе «Лучший электронный курс 2022» Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники.

Литература

1. Электронное обучение математическим дисциплинам в вузе / Ю.В. Вайнштейн [и др.]. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2022. 164 с.
2. Косова Е.А., Дюличева Ю.Ю. Опыт преподавания математических дисциплин с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в период пандемии COVID-19 // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2020. Т. 16, № 1. С. 207–223.
3. Gamage S.H.P.W., Ayres J.R., Behrend M.B. A systematic review on trends in using Moodle for teaching and learning // International Journal of STEM Education. 2022. Vol. 9. Article 9.
4. STACK | The University of Edinburgh [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ed.ac.uk/math/stack> (дата обращения 20.11.2023).
5. Шабля Ю.В., Кручинин Д.В. Автоматизация генерации и проверки математических задач с помощью системы STACK в Moodle LMS // Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве): сб. науч. тр. всерос. науч.-практ. конф. (с международным участием). Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2022. С. 135–139.

Шабля Юрий Васильевич

Канд. техн. наук, доцент каф. комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем (КИБЭВС) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID 0000-0002-9695-7493
Эл. почта: syv@fb.tusur.ru

Shablya Yu.V.

Approach to Teaching Mathematical Disciplines with the Active Use of LMS Moodle

The approach to teaching mathematical disciplines with the active use of the capabilities of the learning management system Moodle, formed on the basis of personal experience results is described. It is presented as a set of recommendations and demonstrates the organization of the educational process, as well as the technical implementation of related processes.

Keywords: mathematical disciplines, e-learning, electronic course, Moodle, STACK.

References

1. Vainshtein YV, Esin RV, Zykova TV. Elektronnoye obucheniye matematicheskimi distsiplinami v vuze. [E-learning in mathematical disciplines at a university]. Krasnoyarsk: Siberian Federal University; 2022. (In Russ.)
2. Kosova YA., Dyulicheva YY. Experience in teaching mathematical disciplines using e-learning and distance learning technologies during the COVID-19 pandemic. Modern Information Technologies and IT-Education. 2020;16(1):207-223. (In Russ.)
3. Gamage SHPW, Ayres JR, Behrend MB. A systematic review on trends in using Moodle for teaching and learning. International Journal of STEM Education. 2022; 9:9.
4. STACK | The University of Edinburgh [Electronic resource]. Available from: <https://www.ed.ac.uk/math/stack> (Accessed: 20 November 2023).
5. Shablya YV, Kruchinin DV. Avtomatizatsiya generatsii i proverki matematicheskikh zadach s pomoshch'yu sistemy STACK v Moodle LMS [Automation of generating and checking mathematical tasks using STACK in LMS Moodle]. Sistemy avtomatizatsii (v obrazovanii, nauke i proizvodstve). Sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiyem) [Automation systems (in education, science and production). Proc. of the all-Russian scientific and practical conference (with international participation)]. 2022:135-139. (In Russ.)

Yuriy V. Shablya

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Department of Complex Information Security of Computer Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0002-9695-7493)
Email: syv@fb.tusur.ru

УДК 001.6

В.И. Туев, Н.Н. Несмелова, К.Н. Афонин

ОПЫТ ВКЛЮЧЕНИЯ ОСНОВ ПАТЕНТОВАНИЯ В ПРОГРАММУ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ-ТЕХНОЛОГОВ

Приведены результаты преподавания основ патентования в рамках учебной практики студентов первого курса бакалавриата, обучающихся по направлению 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств». Отмечено уверенное выполнение студентами задания в рамках практики. Показано использование студентами полученных знаний в рамках дисциплины «Групповое проектное обучение» на старших курсах. Студенты не только научились проводить патентный поиск, но и сами смогли получить несколько патентов.

Ключевые слова: учебная практика, содержание, основы патентования, описание патента.

Учебная практика является важным компонентом подготовки будущих инженеров. Она помогает студентам закрепить теоретические знания, расширить кругозор и получить первые навыки практической работы в выбранной профессиональной сфере. Содержание учебной практики определяется в соответствии со спецификой образовательной программы и направлено на формирование определенных компетенций [1–3].

В ТУСУРе разработана и реализуется образовательная программа «Электронные технологии наземного и космического назначения» (направление подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»), которая проводится во втором семестре первого курса.

Во время первого семестра теоретического обучения студенты осваивают общеобразовательные дисциплины, в том числе дисциплины, связанные с информационными технологиями, – «Информатика и программирование», «Инженерная и компьютерная графика». Учебная практика на первом курсе должна способствовать закреплению и углублению полученных знаний. Она предполагает формирование у студентов компетенции ОПК-4, связанной со способностью применять современные информационные технологии в профессиональной сфере. Кроме этого, практика должна способствовать формированию компетенции ПКР-1, предполагающей умение создавать модели технологических процессов с помощью специальных компьютерных программ. Однако вопросы фактического наполнения программы практики для развития указанных компетенций решены не окончательно.

Цель данной работы – рассмотрение целесообразности расширения программы учебной практики будущих инженеров-технологов путем включения раздела «Основы патентования».

Исходные предпосылки

Образовательная программа «Электронные технологии наземного и космического назначения» включает подготовку студентов к научно-исследовательской деятельности, что диктует необходимость обучения особенностям подготовки заявки на патент. Поэтому в

части задач профессиональной деятельности предлагаемая тематика относится к числу актуальных.

Задачами практики, в частности, являются изучение новейшей научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования или производства; формирование первичных практических навыков ведения самостоятельной научно-исследовательской работы [4–5]. И в этом случае работа с патентами как нельзя лучше соответствует поставленным задачам.

Содержание практики

Практика включает три задания для самостоятельного выполнения: расчетное, экспериментальное с применением вычислительного эксперимента (апробация проводилась в ковидные времена при обучении в дистантном режиме) и патентное. В рамках данной работы более подробно рассмотрено именно патентное задание, которое предусматривает выдачу каждому студенту описания патента, взятого из открытых источников.

Патентное задание включало две подзадачи. Первая подзадача: по приведенному в описании к патенту индексу международной патентной классификации определить его содержание. Для этого студенту рекомендовано обратиться к международному классификатору изобретений на официальном сайте федерального патентного ведомства [6] и дать расшифровку в следующем формате: раздел, индекс рубрики, класс, подкласс.

Предварительно со студентами проведено занятие с объяснением типовых разделов описания к изобретению с рекомендуемой литературой [7].

Все студенты группы успешно справились с поставленной задачей. По коду, приведенному в тексте патента, они верно выбрали из классификатора нужные определения и точно передали в отчетах их смысловое содержание. В ходе выполнения задания они ознакомились с классификатором изобретений и сайтом Федерального института промышленной собственности.

Вторая подзадача – разделить представленный текст описания к патенту на смысловые блоки. В отчет по этой подзадаче требовалось включить наименование изобретения, соответствующую ему область и уровень

техники, описание основного смысла изобретения, перечень материалов, демонстрирующих реальность создания нужного устройства. Также необходимо было перечислить использованные источники, записать формулу изобретения, представить реферат. Со второй подзадачей большинство студентов также справились. При этом они не только познакомились со структурой патента, но и расширили профессиональный кругозор, приобщившись к новейшим достижениям ведущих отечественных инженеров-технологов.

Определение использованных источников, формула изобретения и реферат не вызвали трудностей, так как эти блоки представлены в описаниях к изобретениям отдельными подразделами. Затруднения у некоторых студентов возникли при попытках сформулировать сущность изобретения и указать сведения, подтверждающие возможность его практической реализации. Возможно, это объясняется большей вариативностью представления информации в описаниях патентов различных авторов и пока еще недостаточно широким кругозором студентов по тематикам конкретных патентов.

Так, при анализе описания изобретения [8] студент ошибочно включил в блок «сущность изобретения» формулировку задачи. Также студент не смог идентифицировать структурный элемент «сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения», несмотря на то что в описании к патенту он присутствует. После обсуждения с преподавателем сделанные ошибки успешно исправлены.

Изучение модуля «Основы патентования» в рамках учебной практики первого курса значительно повысило заинтересованность студентов в изобретательской деятельности и их готовность к патентованию собственных разработок. Так, в конкурсе патентной активности молодых учёных ТУСУРа, проводимом в целях популяризации научной деятельности, создания условий для развития изобретательства и рационализаторства, поощрения изобретательской и творческой активности, повышения значимости оформления результатов своей научной деятельности и активизации поиска новых решений для развития научных направлений ТУСУРа, выявления охраноспособных результатов интеллектуальной деятельности [9], изъявили желание принять участие три группы студентов в количестве семи человек, прошедшие учебную ознакомительную практику, включающую описанный патентный модуль.

Таким образом, считаем опыт включения раздела «Патентование» в программу учебной практики положительным. Студенты приобрели знания и навыки по работе с сайтом Федерального института промышленной собственности, изучили структуру заявки на патент, познакомились со стилистикой патентных документов. Это и позволило студентам принять участие в подготовке и защите интеллектуальной собственности в виде патентов на изобретение и полезную модель [9, 10].

Литература

1. Бушуева В.В., Бушуев Н.Н., Бобров А.Н. Значение научно-производственной практики при подготовке будущих инженеров // Гуманитарный вестник. 2022. № 1 (93).
2. Вотякова В.С., Моногаров С.И. Роль учебной практики в подготовке студентов // МНИЖ. 2014. № 7-1 (26).
3. Чиняков О.Е. Роль учебной и производственной практик в формировании профессиональных компетенций и трудоустройстве выпускников // Мир науки и образования. 2017. № 3 (11).
4. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств: приказ Министерства образования и науки РФ от 19 сентября 2017 г. № 928. URL: https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/110303_B_3_15062021.pdf (дата обращения: 11.11.2022).
5. Туев В.И. Рабочая программа практики – учебная практика: ознакомительная практика (рассред.). URL: https://edu.tusur.ru/work_programs/58384/download (дата обращения: 11.11.2022).
6. Федеральный институт промышленной собственности: [сайт]. URL: <https://www.fips.ru/> (дата обращения: 11.11.2022).
7. Алексеев В.П., Озёркин Д.В. Основы научных исследований и патентование: учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности 210201 «Проектирование и технология РЭС», 160905 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования». Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. 171 с. Электронное издание. URL: <https://edu.tusur.ru/publications/1283> (дата обращения: 11.11.2022).
8. Синий флип-чип светодиода на нитридных гетероструктурах: пат. 2541394, МПК H01L 33/02 (2010.01): B82B 1/00 (2006.01); B82Y 40/00 (2011.01) Рос. Федерация. № 2013146592/28 / Пашков В.С., Каргин Н.И., Стриханов М.Н., Гусев А.С., Рындя С.М.; заявл. 18.10.2013; опубл. 10.02.2015, Бюл. № 4. 6 с.
9. Изобретение студентов ТУСУРа позволит продлить срок службы светодиодных ламп. URL: https://edu.tusur.ru/work_programs/58384/download (дата обращения: 11.11.2022).
10. Устройство для распыления аэрозольной смеси: пат. 2806961, МПК B05B 1/02 (2023.08); B05B 12/18 (2023.08) Рос. Федерация. № 2023118687 / Жаворонков Д.А., Туев В.И.; заявл. 14.07.2023; опубл. 08.11.2023, Бюл. № 31.

Туев Василий Иванович

Д-р техн. наук, профессор, зав. каф. радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга (РЭТЭМ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40
Тел.: +7(3822) 70-15-06
Эл. почта: tv_i_retem@main.tusur.ru

Несмелова Нина Николаевна

Канд. биол. наук, доцент каф. радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга (РЭТЭМ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40
Тел.: +7(3822) 70-15-06
Эл. почта: : nina.n.nesmelova@tusur.ru

Афонин Кирилл Нильевич

Канд. техн. наук, доцент каф. радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга (РЭТЭМ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40
Тел.: +7(3822) 70-15-13
Эл. почта: kirill.n.afonin@tusur.ru

Tuev V.I., Nesmelova N.N., Afonin K.N.

Experience of Including the Basics of Patenting in the Training Program of Future Technology Engineers

The results of teaching the basics of patenting within the educational practice of first-year students of 11.03.03 educational program 'Design and Technology of Electronic Means' are presented. The students' confidence in performing the tasks within the practice is noted. The use of acquired knowledge within 'Group Project-Oriented Learning' subject in senior courses is shown. The students not only learn how to conduct a patent search, but are also able to obtain several patents them-selves.

Keywords: educational practice, content, basics of patenting, patent description.

References

1. Bushueva VV, Bushuev NN, Bobrov AN. Znachenie nauchno-proizvodstvennoj praktiki pri podgotovke budushchih inzhenerov [The importance of scientific and industrial practice in the training of future engineers]. Gumanitarnyj vestnik [Humanitarian Bulletin]. 2022;1(93):1-10 (In Russ.)
2. Votyakova VS, Monogarov SI. Rol' uchebnoj praktiki v podgotovke studentov [The role of educational practice in training students]. MNIZH. 2014;7-1(26):38-39 (In Russ.)
3. Chinyakov OE. Rol' uchebnoj i proizvodstvennoj praktik v formirovanii professional'nyh kompetencij i trudoustrojstva vypusnikov [The role of educational and industrial practices in the formation of professional competencies and employment of graduates]. Mir nauki i obrazovaniya [The world of science and education]. 2017;3 (11):1-9 (In Russ.)
4. Prikaz Ministerstva obrazovaniya i nauki RF ot 19 sentyabrya 2017 g. N 928 "Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya - bakalavriat po napravleniyu podgotovki 11.03.03 Kon-struirovaniye i tekhnologiya elektronnyh sredstv" [4. On the approval of the federal state educational standard of higher education - Bachelor's degree in the field of training 11.03.03 Design and technology of electronic means: Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated September 19, 2017 No. 928.]. Available from: https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/110303_B_3_15062021.pdf [Accessed: 11 November 2023]. (In Russ.)
5. Tuev VI. Rabochaya programma praktiki – uchebnaya praktika: oznakomitel'naya praktika (rassred.) [The work pro-gram of the practice is educational practice: educational

practice (distributed)]. Available from: https://edu.tusur.ru/work_programs/58384/download [Accessed: 11 November 2023]. (In Russ.)

6. Federal'nyj institut promyshlennoj sobstvennosti [6. Federal Institute of Industrial Property]. Available from: <https://www.fips.ru/> [Accessed: 11 November 2023]. (In Russ.)

7. Alekseev VP, Ozyorkin DV. Osnovy nauchnyh issledovaniy i patentovedenie [Fundamentals of scientific research and patenting]. Tomsk. TUSUR. 2012;171 s. Available from: <https://edu.tusur.ru/publications/1283> [Accessed: 11 November 2023]. (In Russ.)

8. Pashkov VS, Kargin NI, Strikhanov MN, Gusev AS, et al. Sinij flip-chip svetodiody na nitridnyh geterostrukturah [Blue LED flip-chip on nitride heterostructures]. Patent 2541394, МПК H01L 33/02 (2010.01); B82B 1/00 (2006.01); B82Y 40/00 (2011.01), RF. № 2013146592/28. Zayavl. 18 October 2013; opubl. 10 February 2015. Byul. 4.

9. Izobretenie studentov TUSURa pozvolit prodlit' srok sluzhby svetodiodynyh lamp [9. The invention of the TUSUR students will extend the service life of LED lamps]. Available from: <https://tusur.ru/ru/novosti-i-meropriyatiya/novosti/prosmotr/-/novost-izobretenie-studentov-tusura-pozvolit-prodlit-srok-sluzhby-svetodiodynyh-lamp> [Accessed: 11 November 2023]. (In Russ.)

10. Zhavoronkov DA, Tuev VI. Ustrojstvo dlya raspyleniya aeroroz'noj smesi [Device for spraying aerosol mixture]. Patent №2806961, МПК B05B 1/02 (2023.08); B05B 12/18 (2023.08), RF. № 2023118687; Zayavl. 14 June 2023; opubl. 08 November 2023, Byul.31.

Vasilii I. Tuev

Doctor of Engineering Sciences, professor, Department of Radioelectronic Technologies and Environmental Monitoring, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0002-4947-8211)
Phone: +7 (382-2) 70-15-06
Email: vasilii.i.tuev@tusur.ru

Nina N. Nesmelova

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor Department of Radioelectronic Technologies and Environmental Monitoring, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0003-0052-7913)
Phone: +7 (382-2) 70-15-06
Email: nina.n.nesmelova@tusur.ru

Kirill N. Afonin

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor Department of Radioelectronic Technologies and Environmental Monitoring, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 70-15-13
Email: kirill.n.afonin@tusur.ru

УДК 512.1:517.53:519.6

Ю.А. Несмеев

ПРИМЕРЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ РАДИУСОВ КОЛЕЦ КОМПЛЕКСНОЙ ПЛОСКОСТИ ПРИ РЕШЕНИИ АЛГЕБРАИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ

Даны примеры вычисления радиусов тех колец комплексной плоскости, которые применяются для поиска всех корней алгебраического уравнения с комплексными коэффициентами. Степень уравнения являются числа от 2 до 102. Действительные числа рассматриваются как комплексные числа с нулевыми мнимыми частями. Изображена та часть компьютерного воплощения способа решения уравнения, которая осуществляет вычисление радиусов.

Ключевые слова: алгебраическое уравнение, кольцо комплексной плоскости, программа.

В последние годы произошло неординарное применение аналитического способа решения алгебраического уравнения четвёртой степени. Оно не описано в литературе, но о нём было сообщено в [1]. В [1] приводится решение (важной для приложений) задачи технической механики путём замены сложных расчётов с помощью численного способа механики решением (аналитическим способом) одного алгебраического уравнения четвёртой степени при незначительной потере точности. В связи с этим уместно заметить, что вычисления с помощью способа в [1] были использованы автором данной статьи при разработке способа из [2].

Целью исследований, представленных в данной статье, является привлечение внимания студентов технических специальностей к способу решения алгебраического уравнения степени от 2 до 102 из [2]. Статья посвящена использованию в способе из [2] известных сведений о том кольце комплексной плоскости, которому принадлежат корни алгебраического уравнения. Такие сведения известны давно и изложены, например, в [3, с. 61] и [4, с. 75], но лишь в [2] они применяются для построения численного способа. В [4, с. 75] даются сведения для уравнения вида

$$a_0 z^n + a_1 z^{n-1} + \dots + a_{n-1} z + a_n = 0, \quad (1)$$

где коэффициентами являются действительные числа. В способе из [2] эти сведения преобразованы в информацию для уравнения вида

$$a_n z^n + a_{n-1} z^{n-1} + \dots + a_1 z + a_0 = 0 \quad (2)$$

и применяются с учётом справедливости сведений из [4, с. 75] для уравнений с комплексными коэффициентами. При решении действительные числа рассматриваются как комплексные числа с нулевыми мнимыми частями. При этом коэффициент $a_n = 1+0i$. При применении максимальные значения элементов множеств

$$\{1, |a_{n-1}|, \dots, |a_1|\} \quad (3)$$

и

$$\{|a_{n-1}|, |a_{n-2}|, \dots, |a_0|\} \quad (4)$$

имеют соответственно обозначения b и c . Меньший и больший радиусы кольца равны соответственно ве-

личинам $|a_0|/(b + |a_0|)$ и $1+c$. В [2] радиусы кольца используются для получения начального приближения полярного радиуса (в методе Ньютона, используемого в [2]) с целью решения системы уравнений в полярных координатах.

Так как студенты при нахождении и применении значений величин b и c могут испытывать затруднения, задачами исследований, представленных в данной статье, стали:

1) разработка примеров на вычисление радиусов того кольца комплексной плоскости, которому принадлежат все корни такого алгебраического уравнения степени от 2 до 102, коэффициентами которого являются комплексные числа;

2) изображение той части компьютерного воплощения способа решения уравнения, которая осуществляет вычисление радиусов.

Задачи были решены с использованием языка Turbo Паскаль [5, с. 140].

Исследования, представленные в статье, проводились с помощью литературных источников, математических выкладок и компьютерного эксперимента.

Примеры вычисления радиусов колец для решения уравнений

Пример 1. Требуется найти радиусы кольца на всех этапах решения уравнения $z^2 + 5z + 6 = 0$, если известно, что на этапе 1 решается уравнение $z + 3 = 0$.

Решение. На этапе 2 множествами (3) и (4) являются $\{1, 5\}$ и $\{5, 6\}$. Максимальные значения элементов этих множеств – числа 5 и 6. Поэтому $b=5$, $c=6$. Меньший радиус кольца является значением величины $6/(5+6)$, то есть числом 0,54. Большой радиус является значением величины $1+c$, то есть числом 7.

На этапе 1 множествами (3) и (4) являются $\{1\}$ и $\{3\}$. Максимальные значения элементов этих множеств – числа 1 и 3. Поэтому $b=1$, $c=3$. Меньший радиус кольца является значением величины $3/(1+3)$, то есть числом 0,75. Большой радиус является значением величины $1+c$, то есть числом 4.

Пример 2. Требуется найти радиусы кольца на всех этапах решения уравнения $z^3 - 6z^2 + 11z - 6 = 0$, если

известно, что на этапе 2 решается уравнение $z^2 - 5z + 6 = 0$, а на этапе 1 – уравнение $z - 3 = 0$.

Решение. На этапе 3 множеством (3) является множество $\{1,6,11\}$, а множеством (4) – множество $\{6,11,6\}$. Тогда $b=11$, $c=11$, $|a_0|/(b + |a_0|) = 6/(11+6) = 0,352941176470588$, $1+c = 12$.

Радиусами являются числа 0,35294 и 12.

На этапе 2 множеством (3) является множество $\{1,5\}$, а множеством (4) – $\{5,6\}$. $b=5$. $c=6$. $|a_0|/(b + |a_0|) = 6/(5+6) = 0,54$. $1+c = 7$.

Радиусами являются числа 0,54 и 7.

На этапе 1 множеством (3) является множество $\{1\}$, а множеством (4) – $\{3\}$. Тогда $b=1$. $c=3$.

$|a_0|/(b + |a_0|) = 3/(1+3) = 0,75$. $1+c = 4$.

Радиусами являются числа 0,75 и 4.

Пример 3. Требуется найти радиусы кольца на всех этапах решения уравнения $z^3 - 3z^2 + 3z - 1 = 0$, если известно, что на этапе 2 решается уравнение $z^2 + 1,99999980133898z + 0,999999801338935 = 0$, а на этапе 1 – уравнение $z + 1,00000019866153 = 0$.

Решение. На этапе 3 множеством (3) является множество $\{1,3,3\}$, а множеством (4) – множество $\{3,3,1\}$. $b=3$. $c=3$. $|a_0|/(b + |a_0|) = 1/(3+1) = 0,25$. $1+c = 4$.

Радиусами являются числа 0,25 и 4.

На этапе 2 множеством (3) является множество $\{1; 1,99999980133898\}$, а множеством (4) – $\{1,99999980133898; 0,999999801338935\}$.

$b=1,99999980133898$. $c=1,99999980133898$.

$|a_0|/(b + |a_0|) = 0,33333$. $1+c = 2,99999$.

Радиусами являются числа 0,33333 и 2,99999.

На этапе 1 множеством (3) является множество $\{1\}$, а множеством (4) является множество $\{1,00000019866153\}$. $b = 1$. $c = 1,00000019866153$.

$|a_0|/(b + |a_0|) = 0,50000$. $1+c = 2,00000$.

Радиусами являются числа 0,50000 и 2,00000.

Пример 4. Требуется найти радиусы кольца на всех этапах решения уравнения $z^5 - 5z^4 - 52z^3 - 260z^2 - 576z + 2880 = 0$, если на этапах 4, 3, 2, 1 решаются соответственно следующие уравнения:

$$z^4 - 2,90580727765401z^3 - 58,0853204534030z^2 - 381,641855368651z - 1375,23159605565 = 0; \quad (5)$$

$$z^3 + (-4,82900067448799 - 4,54483433668559i)z^2 + (-69,4537373908373 + 30,6876034633089i)z + (-108,598812302514 + 256,637534159726i) = 0; \quad (6)$$

$$z^2 + (-9,69098554743463 - 4,54483433668559i)z + (-22,3363122552656 + 52,7845192583227i) = 0; \quad (7)$$

$$z - 11,6141789442686 = 0. \quad (8)$$

Решение. Множество абсолютных значений коэффициентов исходного уравнения – $\{1; 5; 52; 260; 576; 2880\}$. Следовательно, при выполнении этапа 5 величина b имеет значение 576, а величина c имеет значение 2880. Поэтому меньший радиус равен значению величины

$2880/(576+2880)$, то есть числу 0,83333. Большой радиус равен значению величины $1+c$, то есть числу 2881.

Множеством абсолютных значений коэффициентов уравнения (5) является множество следующих чисел:

1; 2,90580727765401;
58,0853204534030; 381,641855368651;
1375,23159605565.

Потому на этапе 4 величина b имеет значение 381,641855368651, а величина c имеет значение 1375,23159605565. Так как $1375,23159605565 : (381,641855368651 + 1375,23159605565) = 0,78277$, то меньший радиус равен числу 0,78277. Так как $1+c = 1376,23159605565$, то больший радиус равен числу 1376,2.

Множеством абсолютных значений коэффициентов уравнения (6) является множество следующих чисел:

1; 6,63134727352759; 75,9312231159006;
278,669205283076.

Поэтому на этапе 3 $b=75,931$; $c=278,67$; меньший радиус равен числу 0,78587; больший радиус равен числу 279,67.

Множеством абсолютных значений коэффициентов уравнения (7) являются следующие числа:

1; 10,7037712993367; 57,3159342460452.

Поэтому на этапе 2 меньший радиус равен числу 0,84264, а больший радиус равен числу 58,316.

Множеством абсолютных значений коэффициентов уравнения (8) является множество следующих чисел:

1; 11,6141789442686.

Поэтому на этапе 1 имеют место равенства $b=1$, $c=11,614$. Меньшим радиусом является число 0,92072. Большим радиусом является число 12,414.

Пример 5. Требуется найти радиусы кольца на всех этапах решения уравнения $(2+i)z^3 + (1+2i)z^2 + (-1+2i)z + (1+i) = 0$, если на этапах 3, 2, 1 решаются следующие уравнения:

$$z^3 + (0,8 + 0,6i)z^2 + (0 + i)z + (0,6 + 0,2i) = 0; \quad (9)$$

$$z^2 + (0,801921635457768 + i)z +$$

$$(-0,458647622549540 + 1,35624834095170i) = 0; \quad (10)$$

$$z + (1,22228103530533 - 0,0504923219601970i) = 0. \quad (11)$$

Решение. Множеством абсолютных значений коэффициентов уравнения (9) является множество чисел 1; 1; 1; 0,632455532033676. Тогда $b = 1$. $c = 0,632455532033676$. Поэтому на этапе 3 меньший радиус равен числу 0,38743. Большой радиус равен числу 1,6325.

Множеством абсолютных значений коэффициентов уравнения (10) является множество следующих чисел:

1; 1,31465399923374; 1,43170080813157. $b=1,4317$. $c = 1,3147$. Поэтому на этапе 2 меньший радиус равен числу 0,52131. Большой радиус равен числу 2,3147.

Множеством абсолютных значений коэффициентов уравнения (11) является множество следующих чисел:

1; 1,22332350743538. $b = 1$. $c = 1,2233$. Поэтому на

этапе 1 меньший радиус равен числу 0,55022. Большой радиус равен числу 2,2233.

Изображение части компьютерной программы представлено на рис 1.

```

_2: writeln(t6,' Начинается вычисление корня под
номером ',un);
writeln(' ',un);
b33:=1;
for h:=1 to un-1 do if
sqrt(mkkk[un-h]*mkkk[un-h]+mlll[un-
h])>b33
then b33:=sqrt(mkkk[un-h]*mkkk[un-h]+mlll[un-
h]*mlll[un-h]);
c03:=sqrt(mkkk[un-1]*mkkk[un-1]+mlll[un-
1]*mlll[un-1]);
for h:=2 to un do if
sqrt(mkkk[un-h]*mkkk[un-h]+mlll[un-h]*mlll[un-
h])>c03
then c03:=sqrt(mkkk[un-h]*mkkk[un-h]+mlll[un-
h]*mlll[un-h]);
nb3:=sqrt(mkkk[0]*mkkk[0]+mlll[0]*mlll[0])/
(b33+sqrt(mkkk[0]*mkkk[0]
+mlll[0]*mlll[0]));
nc3:=1+c03;
writeln(t6,' Радиусы кольца: ',nb3,' ',nc3);
ro[0]:=(nb3+nc3)/2;
    
```

Рис. 1. Фрагмент части программы, вычисляющей радиусы колец

Фрагмент изображает девять действий работы программы. Перед обозначением первого действия расположена метка `_2`. Вычисление всех корней начинается с передачи управления действиями на неё. Первым действием во внешний файл `t6.doc` выводится сообщение. В нём величина `un` является номером этапа и номером вычисляемого корня. Вторым действием номер этапа выводится на экран. Третьим и четвёртым действиями вычисляются значения величины `b`, имеющей в программе обозначение `b33`. Пятым и шестым действиями определяется значение величины `c`, имеющей в программе обозначение `c03`. Седьмым и восьмым действиями вычисляются значения меньшего и большего радиусов, имеющих в программе обозначения `nb3` и `nc3`. Девятое действие – определение начального приближения полярного радиуса, имеющего в программе обозначение `ro[0]`. В действиях принимают участие элементы массивов `mkkk` и `mlll` действительных и мнимых частей коэффициентов уравнения, решаемого на этапе `un`.

Выводы

Разработаны примеры на вычисление радиусов тех колец комплексной плоскости, которые применяются при решении такого алгебраического уравнения степени от 2 до 102, у которого коэффициентами являются

комплексные числа. Изображена часть компьютерного воплощения способа решения уравнения, которая вычисляет радиусы колец.

Литература

1. Рабецкая О.И., Кудрявцев И.В., Митяев А.Е. Аналитический расчёт жёсткости балки для обеспечения первой собственной частоты колебаний и критической силы // Сибирский аэрокосмический журнал. 2022. Т. 23, № 4. С. 708–720.
2. Несмеев Ю.А. Численное решение алгебраического уравнения с вещественными коэффициентами // Современное образование: повышение конкурентоспособности университетов: материалы междунар. науч.-метод. конф., 28–29 января 2021 г., Томск, Россия. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2021. В 2 ч. Ч. 1. С. 271–274.
3. Математический энциклопедический словарь / гл. ред. Ю.В. Прохоров. М.: Сов. Энциклопедия, 1988. 847 с.
4. Сборник задач по методам вычислений / под ред. П.И. Монастырского. Минск: Изд-во БГУ им. В.И. Ленина, 1983. С. 288.
5. Руководство по программированию под управлением MS DOS / под ред. Ф. Пьеро ; пер. с франц. под ред. Л.В. Лямина. М.: Радио и связь, 1995. 544 с.

Несмеев Юрий Алексеевич

Учитель математики, СОШ № 48, г. Воронеж, Воронежская область
Тел.: (473) 276-50-74
e-mail: nes_ya@list.ru

Nesmeev Yu.A.

Calculation of Radii of Complex Plane Ring when Solving Algebraic Equations

Examples of calculating the radii of three rings of the complex plane used to find all the roots of an algebraic equation with complex coefficients are given. The degree of the equation is the numbers from 2 to 102. Real numbers are considered as complex numbers with zero imaginary parts. The part of the computer embodiment of the method of solving the equation that calculates the radii is presented.

Keywords: algebraic equation, the ring of the complex plane, program.

References

1. Rabetskaja OI, Kudrjavtsev IV, Mitjaev AE. Analiticheskij raschyot zhyostkosti balki dlya obespecheniya pervoj sobstvennoj chastoty kolebanij i kriticheskoj sily [Beam support stiffness analytic solution for the first eigenfrequency and critical force]. Sibirskij aerokosmicheskij zhurnal [Siberian Aerospace Journal]. 2022;23(4):708-720. (In Russ.)
2. Nesmeev YuA. Chislennoe reshenie algebraicheskogo uravneniya s veshchestvennymi koefficientami [Numerical solution of the algebraic equation with real coefficients]. Sovremennoe obrazovanie: povyshenie konkurentosposobnosti universitetov. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii [Modern education: improving the competitiveness of universities. Materials of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2021;(1):271-274. (In Russ.)

3. Prokhorov YuV. Matematicheskii enciklopedicheskii slovar [Mathematical encyclopedic dictionary]. M.: Soviet encyclopedia;1988. (In Russ.)

4. Monastirskiy PE. Sbornik zadach po metodam vichislenii [Collection of tasks on computational methods]. Minsk: BSU named after V.I. Lenin;1983. (In Russ.)

5. Piero F. Rukovodstvo po programmirovaniyu pod upravleniem MS DOS [MS DOS Programming Guide]. M.: Radio and Communication;1995. (In Russ.)

Yuri A. Nesmeev

Maths Teacher, SOSH 48, Voronezh, Voronezh region

Phone: +7 (473-2) 76-50-74

Email: nes_ya@list.ru

УДК 378.4: 004.2

А.М. Аверьянова, К.Д. Глухих, А.А. Захарова

ПРОТОТИП АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОВЕДЕНИЯ НОРМОКОНТРОЛЯ СТУДЕНЧЕСКИХ РАБОТ

В современном мире высшего образования важность использования информационных технологий для повышения качества обучения становится все более актуальной. Автоматизированная система управления процессом проведения нормоконтроля студенческих работ – это инновационный подход к обеспечению соблюдения стандартов оформления. Данная система поможет усилить объективность оценки студенческих работ, сократить время на проверку и повысить ее эффективность.

Ключевые слова: методика, метод, нормоконтроль, автоматизированная система.

Введение

В настоящее время число студентов, сдающих практические, лабораторные и курсовые работы, растет с каждым годом. Студентам необходимо придерживаться требований и стандартов, установленных учебными заведениями, чтобы успешно сдать свои работы. Однако в процессе нормоконтроля часто возникают сложности, связанные с оценкой соответствия работы заданным стандартам.

Для решения этой проблемы предлагается использовать автоматизированную систему управления процессом проведения нормоконтроля студенческих работ.

В данной статье мы рассмотрим методику и математическую модель оценки соответствия учебной работы требованиям стандарта, а также ознакомимся с возможностями данной системы.

Использование прототипа автоматизированной системы управления процессом проведения нормоконтроля студенческих работ значительно улучшает качество и эффективность этого процесса, что будет полезно не только студентам, но и преподавателям учебных заведений. Результаты исследования и оценка прототипа системы позволят определить практическую значимость разработки и ее потенциальное применение.

Методика оценки соответствия учебной работы требованиям стандарта

Методика – это совокупность методов, приемов, опробованных и изученных способов, которые обеспечивают решение определенных проблем или достижение некоторых целей [1]. Методика оценки соответствия учебной работы требованиям стандарта включает несколько этапов.

1. Определение критериев оценки

Сначала необходимо определить, по каким критериям будет проверяться работа. Самыми главными будут требования к оформлению (например, абзацные отступы, межстрочные интервалы и т.д.), структуре (введение, основная часть, заключение) и к уникально-

сти текста. Также в данном разделе необходимо понять, что будет проверяться вручную, а что автоматически.

2. Создание чек-листа для проверки

Разработка детализированного чек-листа, который включает все элементы стандартов и может использоваться как для автоматической, так и для ручной проверки. Например, чек-лист может выглядеть таким образом:

- а) общее оформление
 - форматирование страницы (поля документа);
 - нумерация страниц;
 - наличие заголовков и подзаголовков;
 - наличие оглавления;
 - использование правильного абзацного отступа в тексте;
 - использование правильного межстрочного интервала;
 - б) титульный лист
 - название работы находится по центру;
 - присутствует ФИО автора;
 - стоят правильные даты;
 - нет номера страницы [2];
 - в) основное содержание
 - присутствуют заголовки «введение», «заключение»;
 - каждый заголовок начинается с новой страницы;
 - у заголовков нет абзацного отступа;
 - заголовки расположены по центру [3];
 - г) список литературы
 - начинается с новой страницы и с заголовком «список использованной литературы»;
 - есть наличие всех источников, упомянутых в тексте;
 - источники упорядочены в виде списка;
 - д) уникальность текста
 - проверка работы на плагиат;
 - е) грамматика и стиль
 - отсутствие грамматических ошибок;
 - ясность и точность изложения.
- Это пример чек-листа и его можно адаптировать под любой стандарт или специфические требования

конкретного учебного заведения, добавив или убрав некоторые пункты. Преподаватели и студенты могут использовать его как руководство при написании и самопроверке учебных работ.

3. Автоматизированная проверка

Данный этап подразумевает использование программного обеспечения для первичной автоматизированной проверки работ на соответствие чек-листу. Программа сканирует текст, проверяя каждый пункт чек-листа, и выставляет предварительные баллы, а также подсвечивает ошибки.

4. Ручная проверка преподавателем

После автоматизированной проверки преподаватель проводит ручную проверку для устранения возможных ошибок и неточностей, которые не были учтены программой, а также для оценивания качества аргументации, логики изложения и наличия необходимых элементов исследования.

5. Финальная оценка и обратная связь

По результатам всех проверок формируется финальная оценка работы. Студенту предоставляется обратная связь с указанием областей, требующих улучшения, и конкретными рекомендациями.

Для формирования оценки после автоматизированной проверки необходимо ввести систему баллов для каждого элемента. Каждый элемент чек-листа может быть оценен по шкале, например от 0 до 2, где 0 баллов – требование не выполнено; 1 балл – требование выполнено частично; 2 балла – требование полностью соответствует стандарту.

Пример критериев оценки для каждого пункта чек-листа.

1. Общее оформление страницы:

0 баллов: оформление не соответствует стандарту;

1 балл: оформление частично соответствует стандарту (например, есть небольшие отклонения от требований);

2 балла: оформление полностью соответствует стандарту.

И так для каждого пункта чек-листа.

Формула расчета оценки после автоматизированной проверки работы будет зависеть от общего количества элементов в чек-листе и их взвешенной значимости. Если у нас есть N элементов, каждый из которых может быть оценен максимум в 2 балла, то максимально возможный балл будет $2N$.

Приведем формулу расчета оценки после автоматизированной проверки работы, где ОАП – оценка автоматизированной проверки; B_i – баллы за элемент i :

$$\text{ОАП} = \left(\frac{\sum_{i=1}^N B_i}{2N} \right) \cdot 100\%. \quad (1)$$

Предположим, что в чек-листе 27 элементов и студент набрал 40 баллов из максимально возможных 54 (27 пунктов по 2 балла), тогда оценка автоматизированной проверки будет равна 74,07%. Далее оценка может перевестись в академическую шкалу оценок.

Математическая модель оценки соответствия учебной работы требованиям стандарта

Для создания модели оценки соответствия учебной работы требованиям стандарта в автоматизированной системе нормоконтроля нужно ввести количественные показатели, каждый из которых будет оцениваться по определенной шкале и затем суммироваться для получения итоговой оценки. Предлагается включить в модель следующие критерии.

1. Структура работы (S): оценка структурных элементов (например, наличие всех необходимых разделов).

2. Соответствие стандартам (C): проверка оформления работы.

3. Оригинальность содержания (O): оценка уникальности текста.

4. Грамматическое качество (G): оценка грамматики, пунктуации и синтаксиса.

5. Глубина анализа (D): оценка качества аргументации и глубины исследования.

Каждый критерий оценивается по шкале от 0 до 10, где 0 – полное несоответствие, а 10 – идеальное выполнение требований. Итоговая оценка после всех проверок (автоматизированной и ручной) будет рассчитываться как средневзвешенная оценка по всем критериям. Сумма весов равна 1:

$$\text{ИО} = (S \cdot v_s) + (C \cdot v_c) + (O \cdot v_o) + (G \cdot v_g) + (D \cdot v_d), \quad (2)$$

где v_s, v_c, v_o, v_g, v_d – веса критериев (структуры, соответствия стандартам, оригинальности, грамматического качества и глубины анализа соответственно).

Допустим, структура работы имеет наивысший приоритет, тогда её вес будет больше. Если мы распределим веса следующим образом: $v_s = 0,3, v_c = 0,2, v_o = 0,2, v_g = 0,15, v_d = 0,15$, сумма весов V будет равна единице. Баллы, набранные за критерии, будут такими: $S = 8, C = 7, O = 9, G = 6, D = 8$, тогда итоговая оценка будет равна 7,7.

Эта модель позволяет прозрачно и объективно оценивать работы, предоставляя студентам четкое понимание формирования их оценки. Каждый критерий может быть детализирован с помощью подкритериев для еще более тонкой настройки оценки.

Разработка автоматизированной системы

В современном мире различные программы и системы могут улучшить и автоматизировать многие процессы, делая нашу жизнь более комфортной. Ранее был проведен анализ объема работ, проверяемых по направлению «Информатика и вычислительная техника», который показал, что проверка на соответствие нормам занимает огромное количество времени, по-

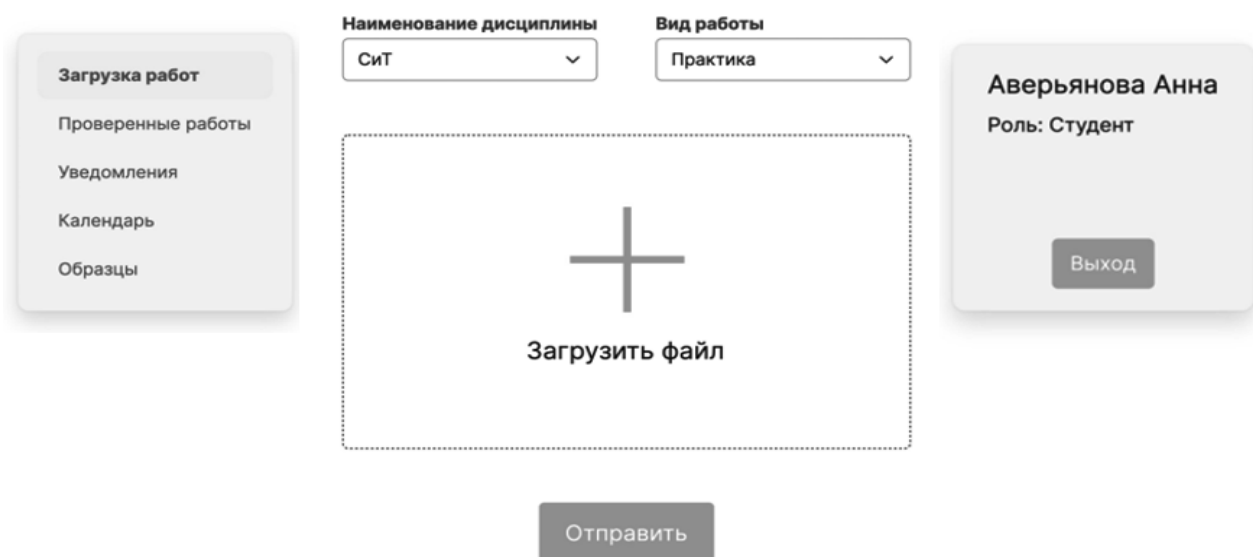
этому мы решили создать автоматизированную систему для управления процессом нормоконтроля студенческих работ. Автоматизированная система – это система, предназначенная для регулярной обработки информации с целью решения определенной задачи [4]. Она должна обеспечивать стабильность работы процесса проверки студенческих работ на соответствие требованиям и нормам. Основная цель создания автоматизированной системы – сокращение времени, необходимого для проведения нормоконтроля учебных документов.

На данный момент прототип уже частично разработан, выявлены функциональные характеристики и спроектированы личные кабинеты пользователей.

К функциональным характеристикам разрабатываемого приложения относятся три роли пользователей и их функции.

1. Функции студента:
 выбор наименования дисциплины;
 выбор вида работы;
 просмотр правил оформления работы;
 загрузка документа в формате docx;
 просмотр отчёта проверенной работы с комментариями некорректности оформления;
 просмотр обратной связи от преподавателя;
 возможность исправления и загрузка нового документа в формате docx, в случае если преподаватель дал ещё одну попытку.

Из вышеперечисленных функций можно сделать вывод, что у студента изначально представлены все виды работ, которые необходимо загружать на проверку, в связи с чем он ничего не упустит и не получит неудовлетворительную оценку за несдачу работы в срок. Интерфейс личного кабинета студента представлен на рис. 1.



ТУСУР 2023 Все права защищены

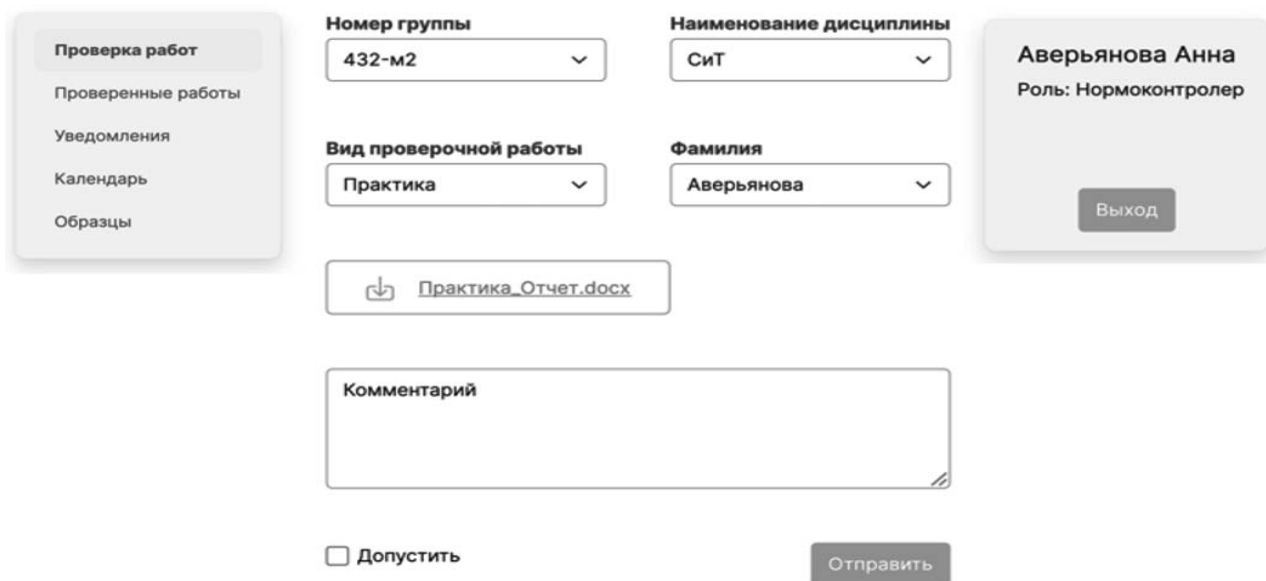
Рис. 1. Интерфейс личного кабинета студента

2. Функции нормоконтролёра/преподавателя:
 выбор номера группы;
 выбор вида проверяемой работы (курсовая, лабораторная, практика, ГПО, ВКР);
 просмотр ФИО студентов, которые отправили задания на проверку, а также возможность обратной связи с каждым студентом;
 возможность редактировать отчёт проверяемых работ системой, добавлять комментарии;
 добавление новой попытки, если работа была оформлена неправильно, с указанием сроков сдачи.

Интерфейс личного кабинета нормоконтролера/преподавателя представлен на рис. 2.

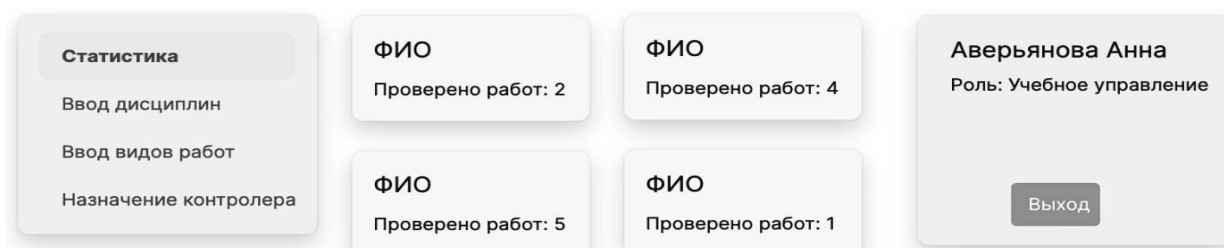
3. Функции учебного управления:
 просмотр статистики проверяемых работ;
 ввод дисциплин, в рамках которых есть виды работ, подлежащие проверке;
 ввод видов работ, подлежащих проверке;
 назначение нормоконтролера/преподавателя на конкретную дисциплину.

Интерфейс личного кабинета сотрудника учебного управления представлен на рис. 3.



ТУСУР 2023 Все права защищены

Рис. 2. Интерфейс личного кабинета нормоконтролера/преподавателя



ТУСУР 2023 Все права защищены

Рис. 3. Интерфейс личного кабинета сотрудника учебного управления

Заключение

В заключение отметим, что прототип автоматизированной системы управления процессом проведения нормоконтроля студенческих работ представляет собой мощный инструмент для улучшения качества образования. Система позволяет сократить время и ресурсы, затрачиваемые на проверку работ, а также минимизировать вероятность ошибок и несоответствий установленным нормам и требованиям. Благодаря прототипу можно повысить эффективность работы преподавателей, а также обеспечить студентам возможность своевременной обратной связи и коррек-

тировки своих работ, что способствует их профессиональному росту и развитию. Предлагаемая система имеет большой потенциал для внедрения в образовательные учреждения и является важным шагом в направлении современной цифровизации образования.

Литература

1. Методика. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Методика> (дата обращения: 05.11.2023).
2. Требование к качеству учебной документации. Нормоконтроль. URL: http://kei.ulstu.ru/assets/files/pdf/studentam/met_normokontr_2016.pdf, свободный (дата обращения: 06.11.2023).

3. Образовательный стандарт вуза ОС ТУСУР 01-2021. Работы студенческие по направлениям подготовки и специальностям технического профиля. Общие требования и правила оформления от 25.11.2021. URL: [https://regulations.tusur.ru/storage/150499/ОС_ТУСУР_01-2021_\(согласовано\).pdf?1642386839](https://regulations.tusur.ru/storage/150499/ОС_ТУСУР_01-2021_(согласовано).pdf?1642386839) (дата обращения: 06.11.2023).

4. Автоматизированная система. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Автоматизированная_система, свободный (дата обращения: 07.11.2023).

Аверьянова Анна Михайловна

Ассистент каф. автоматизированных систем управления (АСУ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Вершинина ул., 74, г. Томск, Россия, 634045
Тел.: +7 (952) 888-65-69
Эл. почта: averjyanova-anna@mail.ru

Глухих Ксения Дмитриевна

Студент каф. автоматизированных систем управления (АСУ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Вершинина ул., 74, г. Томск, Россия, 634045
Тел.: +7 (9130) 737-94-72
Эл. почта: ksenia2801@mail.ru

Захарова Александра Александровна

Д-р техн. наук, доцент, проф. каф. автоматизированных систем управления (АСУ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Вершинина ул., 74, г. Томск, Россия, 634045
ORCID: 0000-0002-2379-8698
Тел.: +7 (3822) 70-15-36
Эл. почта: zacharovaa@mail.ru

Averyanova A.M., Glukhikh K.D., Zacharova A.A.

Prototype of Automated Control System for Process of Norm Control of Students' Works

In the modern world of higher education, the importance of using information technology to improve the quality of education is becoming increasingly relevant. The automated control system for the process of conducting standard control of students' works is an innovative approach to ensuring the compliance with the standards of registration. This system will help strengthen the objectivity of the assessment of students' papers, reduce the time for verification and increase its effectiveness.

Keywords: methodology, method, norm control, automated system.

References

1. Metodika [Methodology]. Available from: <https://en.wikipedia.org/wiki/Methodology> [Accessed: 05 November 2023]. (In Russ.)

2. Trebovanie k kachestvu uchebnoj dokumentacii. Normokontrol' [Requirements for the quality of educational documentation. Normokontrol']. Available from: http://kei.ulstu.ru/assets/files/pdf/studentam/met_normokontr_2016.pdf [Accessed: 06 November 2023]. (In Russ.)

3. Obrazovatel'nyj standart vuza OS TUSUR 01-2021. Raboty studencheskie po napravleniyam podgotovki i special'nostyam tekhnicheskogo profilya. Obshchie trebovaniya i pravila oformleniya ot 25.11.2021. [Educational standard of the university OS TUSUR 01-2021. Student works in the areas of training and technical specialties. General requirements and rules of registration from 25.11.2021]. Available from: [https://regulations.tusur.ru/storage/150499/ОС_ТУСУР_01-2021_\(agreed\).pdf?1642386839](https://regulations.tusur.ru/storage/150499/ОС_ТУСУР_01-2021_(agreed).pdf?1642386839) [Accessed: 06 November 2023]. (In Russ.)

4. Avtomatizirovannaya sistema [Automated system]. Available from: https://ru.wikipedia.org/wiki/Automated_system [Accessed: 07 November 2023]. (In Russ.)

Anna M. Averyanova

Assistant, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
74, Vershinin str., Tomsk, Russia, 634045
Phone: +7 (952-8) 88-65-69
Email: averjyanova-anna@mail.ru

Ksenia D. Glukhikh

Student, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
74, Vershinin str., Tomsk, Russia, 634045
Phone: +7 (913-7) 37-94-72
Email: ksenia2801@mail.ru

Alexandra A. Zacharova

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR),
74, Vershinin str., Tomsk, Russia, 634045
ORCID (0000-0002-2379-8698)
Phone: +7 (382-2) 70-15-36
Email: zacharovaa@mail.ru

УДК 343.98.064

А.А. Маринов, И.В. Суров

ВНЕДРЕНИЕ WEB3 В НАЦИОНАЛЬНУЮ ИННОВАЦИОННУЮ ЭКОСИСТЕМУ РОССИИ

Рассматриваются перспективы развития по усовершенствованию и внедрению Web3 в национальную инновационную экосистему России. Проанализированы потенциальные сценарии использования децентрализованных технологий WEB 3.0 в вопросах оптимизации государственных и иных социально-экономических структур для согласования интересов государства и бизнеса.

Ключевые слова: Web3, криптовалюта, блокчейн, децентрализованные технологии, социально-экономические структуры, метавселенные.

Введение

Web 3 – что это такое и каким образом данная интеграция влияет на «всемирную паутину»? В данной статье рассмотрены основные инструменты, образующие новую форму Интернета, именуемую в дальнейшем Web3, так как для взаимодействия и внедрения «нового» Интернета в государственную экосистему нужно разобраться, из чего он состоит и какими возможностями обладает.

Блокчейн

Блокчейн – это пиринговый криптографически защищенный, распределенный, сложно изменяемый «реестр данных», в процессе которого задействован механизм добавления блоков и обновляемый в результате согласованной работы между участниками данного процесса. В сети блокчейна нет центрального контрольного звена, а все участники взаимодействуют напрямую. Данный процесс взаимосвязан с денежными транзакциями происходит без вмешательства каких-либо посредников, например банков [3]. На рис. 1 отображен наглядный пример того, как выглядит блокчейн.



Рис. 1. Структура блокчейна в обобщенном виде

Кто тогда обеспечивает поддержание блокчейна в рабочем состоянии? Рассмотрим, например, блокчейн Bitcoin, где майнеры обеспечивают его поддержание тем, что в свою очередь осуществляют обработку транзакций посредством их дешифрования и шифрования. Майнеры принимают транзакцию, обрабатывают, взимают вознаграждение за свою работу и передают транзакции дальше, формируя их в блоки из транзакций и отображая их в блокчейне (рис. 2). Вознаграждение майнеров взимается с отправителя транзакции в виде

комиссии. Этот способ поддержания работоспособности блокчейна называется POW (Proof of work) – метод подтверждения работы. Таким образом майнер проверяет и подтверждает легальность транзакции, проверяя корень дерева Меркла в транзакции.

Указатель на хэш предыдущего блока	Заголовок блока
Случайное число (НОНС)	
Метка времени	
Корень дерева Меркла	Тело блока
Список транзакций	

Рис. 2. Отображение блоков в блокчейне

Из преимуществ блокчейна можно выделить следующие:

- 1) распределенный реестр – реестр рассредоточен по сети между всеми ее участниками и у каждого участника есть полная копия всего реестра;
- 2) криптографическая безопасность – безопасность реестра обеспечивается путем шифрования и благодаря этому реестр защищен от подделки и злоупотреблением данными. Сюда также можно отнести безотказность сети, целостность данных и аутентификацию источника данных;
- 3) в случае неполадки одной НОДы остальные участники сети не страдают;
- 4) только добавление – это значит, что в реестр данных нельзя внести правки, а можно только дополнить.

Необходимо отметить факт возможного изменения реестра данных в блокчейне. Обновление данных возможно только в том случае, когда все участники блокчейна согласятся с этим. Такой вариант возможен только в теории, благодаря распределенным правам блокчейна, которыми обладают все участники сети.

После появления публичного блокчейна подобный способ хранения реестра данных стал просачиваться и в коммерческие организации со своими изменениями и доработками – таким образом появились приватные блокчейны. Приватные блокчейны отличаются от публичных тем, что в них можно попасть только по приглашению и с одобрения других участников сети. В приватных блокчейнах появилась возможность регулирования прав доступа на добавление информации, а также ее чтение. С появлением приватных блокчейнов коммерческие организации начали интегрировать их в свою сформировавшуюся систему для ускорения обмена информацией, а также для упрощения хранения некоторых данных.

Как же можно применять блокчейн в реальной жизни? Предположим, мы – коммерческая организация и у нас есть бухгалтерский архив, который, как правило, хранится в картонных коробках на складе с наклеенными на них датами периода отчета. И вот нам понадобилось извлечь какую-то необходимо важную информацию. Разумеется, придется искать в коробке бумаг интересующий документ, однако блокчейн решил данную проблему способом хранения данных. Благодаря приватному блокчейну мы можем с легкостью отыскать интересующий документ и передать его в необходимые отделы или организации, выходящие за рамки нашего приватного блокчейна.

Такая же логика будет в государственных, муниципальных и здравоохранительных учреждениях. Рассмотрим ситуацию, когда гражданин вынужден хранить информацию о своем образовании. На этот случай приватный блокчейн был бы полезен для Министерства образования. Министерство образования предоставляет доступ на добавление и чтение информации в приватный блокчейн сертифицированным образовательным учреждениям, и таким образом вся информация об образовании граждан будет храниться в приватном образовательном блокчейне. Также возможно предоставление прав доступа на ознакомление с отображенной информацией по запросу от коммерческих организаций при приеме сотрудника на работу.

В подобной практике приватный блокчейн будет полезен в сфере здравоохранения при неотложной госпитализации, когда человек не владеет никакими историями своей болезни, однако экстренно необходимо оказание скорой помощи. Либо в расследованиях экономических киберпереступлений хранением данных в сети блокчейн, которые будут хранить историю транзакций или же историю болезней в случае с госпитализацией.

Смарт-контракты

Смарт-контракты, иными словами, умный договор – это договор двух или нескольких сторон, оформленный в цифровом виде, с обязанностями сторон, не заверенный у нотариуса и подписанный цифровой подписью (ЦП), автоматически исполняемый с технологией блокчейн.

Подобные контракты создаются не только юристами, а еще и программистами языков программирования Solidity, Rust, Vyper и Serpent.

В умных контрактах отображаются условия соблюдения обговоренных соглашений, также предусмотрены форс-мажорные ситуации и условия окончания действия договора. Смарт-контракты могут быть предназначены для одного или нескольких блокчейнов, таких как Ethereum, Solana, Avalanche или Polkadot [5].

Разбирая тему смарт-контрактов, хотелось бы отметить наличие упомянутых технологий в существующих корпорациях, например банке «Тиньков», который коммуницирует со своими клиентами благодаря приложению с техподдержкой и заключает сотрудничество посредством персональных данных (ПДн), биометрических данных, а также пользовательского соглашения, в котором отображены условия сотрудничества – что как раз-таки и является смарт-контрактом в новом интернете Web3 [9].

Иными словами, смарт-контракт – это договор двух или более сторон, выполнение условий которого автоматизировано и реализовано посредством виртуальной вычислительной машины (EVM).

Но как в цифровом, так и в материальном мире мы можем не знать, на что соглашаемся. Поэтому для взаимодействия с умными контрактами нужны будут навыки чтения программного кода либо заключение договора будет происходить по примеру пользовательского соглашения, когда заказчик или исполнитель будут ознакамливаться с условиями договора и подписывать данное соглашение цифровой подписью, выданной ФНС России либо другими доверенными государству структурами [4].

Метавселенные

Метавселенные – это производная виртуального мира, где пользователи взаимодействуют, используя элементы трехмерного пространства. Данный процесс максимально имитирует реальность.

В настоящее время люди уже приобретают за криптовалюту свою частичку метавселенной в виртуальном мире, где они могут строить здания, дороги, дома, а также бизнес и рекламировать свой бизнес из реального мира в цифровом виде на аудиторию с разных уголков планеты.

Метавселенные тесно связаны с Web 3, ведь для взаимодействия с метавселенными используются смарт-контракты, криптовалюта, NFT, блокчейны, а также физические серверы (рис. 3).

Взаимодействие людей в метавселенных происходит из разных уголков земного шара, а для этого нужен общий знаменатель, чем и является метавселенная. С точки зрения обывателя, это выглядит как игра с дополнительными элементами реализации посредством очков, шлемов виртуальной реальности и джойстиков. В метавселенных пользователи создают личности по подобию человека или вымышленных персонажей, ко-

которые нравятся пользователю, – будь то Буратино, человек-паук или же реальный существующий человек.

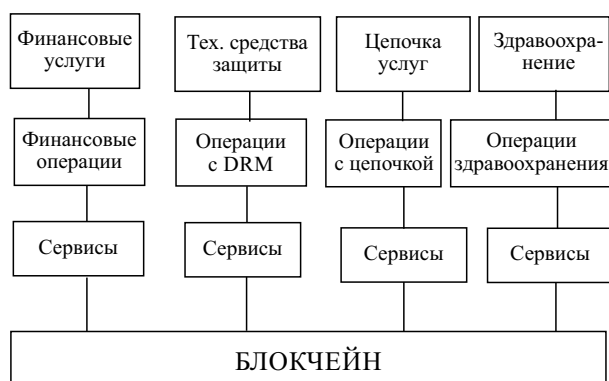


Рис. 3. Структура метавселенной

Однако для опытных пользователей метавселенных это не просто игра, а часть жизни, в которой они приобретают недвижимость, участки земли, отцифровывают свою настоящую машину либо покупают NFT-авто. Коротко об NFT (non-fungible token – невзаимозаменяемый токен). Это цифровая интеллектуальная собственность, созданная с помощью смарт-контрактов и хранящаяся в блокчейне сети, в которую было размещено NFT. Она может быть как в единственном экземпляре, так и в ограниченном количестве.

В настоящее время метавселенные начали применяться не только ради развлечения в играх, а также на коммерческих предприятиях для работы удаленно. Процесс подключения к удаленному рабочему месту в метавселенных для сотрудников выглядит следующим образом (рис. 4).

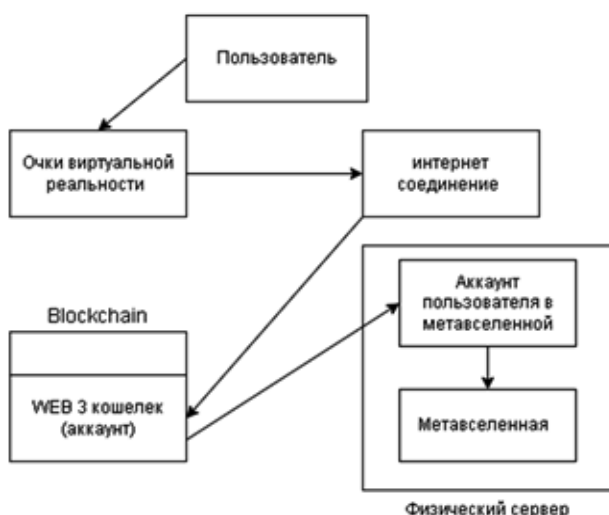


Рис. 4. Процесс авторизации пользователя в метавселенной

Благодаря внедрению подобных новшеств в рабочие процессы теряется актуальность аренды большого офиса и других вытекающих расходов на организацию рабочего процесса: ведь благодаря метавселенным

сотрудники могут подключаться из любой точки мира, где есть интернет, всего лишь настроив очки к подключению и авторизовавшись в своем рабочем аккаунте.

Метавселенные и технологии искусственного интеллекта (ИИ) интенсивно используются в реальной практике государственного управления на разных уровнях. Государственный сектор и метавселенные отмечены в таких странах, как Китай, Япония, Республика Корея [2]. Именно эти страны практикуют интенсивные подходы интеграции ИТ и внедрение Web3 на разных государственных уровнях (динамика изменения данных по странам показана в таблице 1).

Таблица 1
Государственное управление WGI: Китай, Республика Корея, Япония

Показатель WGI	Год	Страны		
		Китай	Республика Корея	Япония
Политическая стабильность и отсутствие насилия	2012	-0,54	0,27	0,95
	2015	-0,55	0,16	1,07
	2018	-0,30	0,64	1,05
	2021	-0,48	0,66	1,03
Эффективность работы правительства	2012	0,00	1,08	1,41
	2015	0,44	1,01	1,78
	2018	0,52	1,18	1,67
	2021	0,84	1,41	1,40
Качество законодательной системы	2012	-0,28	0,87	1,14
	2015	-0,34	1,11	1,21
	2018	-0,22	1,10	1,34
	2021	-0,31	1,10	1,38
Верховенство закона	2012	-0,55	0,98	1,35
	2015	-0,39	0,93	1,51
	2018	-0,17	1,23	1,53
	2021	0,04	1,13	1,58
Борьба с коррупцией	2012	-0,44	0,50	1,62
	2015	-0,27	0,37	1,57
	2018	-0,26	0,60	1,42
	2021	0,05	0,76	1,57
Право населения участвовать в выборах и подотчетность властных структур	2012	-1,64	0,73	1,10
	2015	-1,66	0,63	0,99
	2018	-1,46	0,79	0,98
	2021	-1,64	0,93	1,08

Толчком для развития подобных технологий послужил Covid-19, который вынудил людей находиться дома и осуществлять работу удаленно. Благодаря метавселенным реализовать подобный процесс станет гораздо проще и полноценнее.

Криптовалюта

Данный вид валюты в виртуальной или цифровой форме используется для защиты операций (транзакций) шифрованием. На рынке счетчик криптовалюты превышает 13.000, а самыми популярными являются BTC (bitcoin) и ETH (ethereum). У обеих криптовалют имеется собственная сеть, в которой происходят транзакции со своими блокчейнами [4].

Сеть ERC-20 является сетью ETH, в которой можно разворачивать смарт-контракты на языках программирования Solidity и Rust и создавать или хранить NFT-проекты. Сеть Bitcoin является одной из самых первых сетей, которая актуальна и популярна по сей день среди майнеров и криптоинвесторов, считающих Bitcoin «золотом» среди криптовалют, и является эталоном экономической модели, в которой курс полностью зависит от спроса и предложения. Майнеры выступают Нодами в блокчейне биткоина, осуществляя транзакции посредством шифрования и дешифрования транзакций алгоритма SHA-256, храня историю предыдущих блоков в транзакциях и проверяя новые блоки транзакции в сети. Также популярно мнение, что криптовалюта – это анонимно, ведь в транзакциях отсутствуют персональные данные, а в транзакциях присутствует только набор букв и цифр, что является адресом кошелька получателя или отправителя.

Однако данная точка зрения имеет место быть, ведь для осуществления транзакций в сети нужно иметь кошелек, который создается несколькими способами (как правило, используются 2 способа).

Первый способ – централизованная биржа, при регистрации в которой указывают свои ПДн и создается аккаунт с логином и паролем от аккаунта. Данный способ регистрации ограничивает вас во владении криптовалютой, в конфиденциальности и гарантирует восстановление аккаунта посредством ваших ПДн. Создавая аккаунт в централизованной бирже, пользователь дает согласие на обработку своих персональных данных (почта, номер телефона, паспорт, водительское удостоверение, заграничный паспорт) и в некоторых случаях биометрических данных (Face id). При регистрации пользователь вынужден подтвердить свои документы, демонстрируя черты своего лица для системы биржи (например, Binance). В данном подходе можно забыть о конфиденциальности в сети, ведь при необходимости можно обратиться к бирже и запросить данные пользователя, который отправлял или принимал криптовалюту на свой баланс.

Второй способ – децентрализованная биржа, где пользователь регистрируется посредством аппаратного кошелька. При регистрации в децентрализованном кошельке пользователь сам несет ответственность за свои криптоактивы, при регистрации не указываются ПДн, а ключом доступа к кошельку выступает набор из 12/24/36 секретных слов, предложенных кошельком либо придуманных пользователем. В случае потери

секретных слов у пользователя не получится восстановить доступ к аккаунту и средства, хранящиеся на кошельке, безвозвратно будут потеряны. Данный способ требует больше знаний и большей ответственности при использовании, однако гарантируется анонимность в сети [7].

Анонимность в сети возможна, если пользователь скроет свою настоящую личность и не свяжет свои транзакции со своей личностью. Благодаря криптовалюте новые проекты станут проще в реализации, ведь инвесторы смогут поддержать напрямую проект, который интересен, переведя криптовалюту в проект на их кошелек либо приобретая монету проекта, которая будет служить как аналог акций компании. Таким образом, компаниям станет легче искать и привлекать инвесторов к своим проектам со всех уголков планеты [8].

Однако в Российской Федерации уже разработана и интегрируется своя цифровая валюта под названием «Цифровой рубль». Данная форма рубля будет регулироваться центральным банком РФ и другими доверенными банками. А для использования этой валюты будет происходить подписание соглашения цифровой подписью как в смарт-контрактах.

Кибербезопасность

С появлением Web 3, криптовалюты и смарт-контрактов появились новые специалисты, такие как криптодетектив, разработчик смарт-контрактов и архитектор блокчейн-решений.

Криптодетектив расследует преступления, связанные с цифровыми активами, анализируя и пытаясь связать транзакции кошельков с настоящей личностью человека. В данном процессе специалист пользуется софтами для оповещения оттока или притока средств с кошелька подозреваемого и ведется расследование до тех пор, пока подозреваемый не свяжет свои мошеннические транзакции со своей настоящей личностью.

Разработчик смарт-контрактов занимается написанием смарт-контрактов под ТЗ клиентов, адаптирует его под блокчейн, в котором будет функционировать контракт, и тестирует на уязвимости в тестовой сети для модернизации и адаптации контрактов.

Архитектор блокчейн-решений – это специалист в области блокчейн-технологий, который разрабатывает, внедряет и управляет блокчейн-системами. Архитектор блокчейна и разработчик смарт-контрактов тесно связаны в своей отрасли, нередко это может быть один специалист, который пишет смарт-контракт и адаптирует его под выполнение условий контрактов в одном или нескольких блокчейнах.

Так как Web 3 остается пока не до конца изученным и не признанным объектом в высших научных эшелонах, то подрастающее поколение вынуждено само развиваться и изучать новую форму Интернета методом собственных проб и ошибок.

Для того чтобы минимизировать уязвимости и ошибки специалистов, требуются институты обучения кадров, заточенных под новый интернет [10]. Требуются специалисты по изучению блокчейнов, смарт-контрактов, шифрованию и сетям. Только обучив кадры под новый интернет, государство сможет занять лидирующую позицию на международной арене.

Заключение

Web3 уже становится неотъемлемой частью нашей жизни, и мы вынуждены подстраиваться под современные тенденции эволюции интернета. Web 3 – это не только международные коммуникации и транзакции, но и еще контроль и автоматизация процессов. Государство сможет осуществлять надзор и контроль граждан посредством цифровой подписи и баланса кошельков, привязанных к ЦП, станет возможным осуществление налогового сбора с цифровых кошельков, а граждане РФ будут выглядеть как набор цифр, отображенных в виде ПДн в блокчейне государства [11]. Однако для подобных решений необходимы нормативно-правовые изменения в законодательстве страны для стимулирования мотивации развития кадров в этой отрасли. Также необходимо организовать институты для подготовки кадров к Web 3 – данная необходимость обусловлена вопросами информационной безопасности и ролью защиты информации в общественной жизни.

Литература:

1. Коречков Ю.В., Целищев П.Б. Экономическая эффективность использования криптовалюты в российской экономике // *Наукоедение: интернет-журн.* 2016. № 6 (37). С. 14.
2. Вахрушев Д.С., Железов О.В. Криптовалюта как феномен современной информационной экономики: проблемы теоретического осмысления // *Наукоедение: интернет-журн.* 2014. № 5 (24). С. 156.
3. Омелькович А.В., Ларкина А.А. Метавселенные как основной фактор будущего экономического развития государства // *Экономика и предпринимательство.* 2023. № 5 (154). С. 586–590.
4. Приймак В.Ю. Электронное государство и метавселенная: к вопросу о соотношении понятий // *Цифровые технологии и право: сб. науч. тр. I междунар. науч.-практ. конф. В 6 т. / под ред. И.Р. Бегишева [и др.].* Казань, 2022. С. 210–216.
5. Полякова Т.А., Минбалева А.В., Кроткова Н.В. Развитие доктрины российского информационного права в условиях перехода к экономике данных // *Государство и право.* 2023. № 9. С. 158–171.
6. Дедюхина Е.С., Неудачин В.Е. Обзор и сравнение популярных методов генерации криптовалют // *Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения: материалы II всерос. науч. конф. с междунар. участием.* В 2 ч. 2019. С. 391–397.
7. Сеничев А.В., Каныгин Г.И. Применение технологии блокчейн в криптовалюте // *Роль и значение науки и техники для развития современного общества: материалы междунар. науч.-практ. конф. Уфа: ДГТУ, 2018. С. 59–63.*
8. Павлютенкова М.Ю. Электронное правительство vs цифровое правительство в контексте цифровой трансформации

ции // *Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены.* 2019. № 5 (153). С. 120–135.

9. Южно А.С. Понятие, особенности и перспективы развития концепции метавселенной // *Мир новой экономики.* 2022. Т. 16, № 4. С. 6–19.

10. Первый смарт-контракт ОАО «РЖД» на сопровождение грузовой перевозки // *Мир транспорта.* 2020. Т. 18, № 3 (88). С. 27.

11. Разработка модели метавселенной для обеспечения контроля доступа пользователей к ресурсам метавселенной / Д.С. Загальский [и др.] // *Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы.* 2023. № S2 (55). С. 45–53.

Маринов Александр Андреевич

Канд. экон. наук, доцент Центра компетенций по кибербезопасности Института информационных технологий и анализа данных Иркутского национального исследовательского технического университета (ИРНТУ)

ул. Лермонтова 83, г. Иркутск, Россия, 664074

Тел.: +7 (904) 130-10-90

+7 (3952) 42-52-66

Эл. почта: am-irk@yandex.ru

Суров Илья Викторович

Магистрант гр. БКСМ-22 Центра компетенций по кибербезопасности Иркутского национального исследовательского технического университета (ИРНТУ)

Лермонтова ул, д. 83, г. Иркутск, Россия, 664074

Тел.: +7 (950) 112-83-17

Эл. почта: ermak.soldat.2000@mail.ru

Marinov A.A., Surov I.V.

Implementation of Web 3 into the National Innovation Ecosystem of Russia

The prospects of development for the improvement and implementation of Web 3 into the national innovation ecosystem of Russia are considered. Potential scenarios of using some decentralized WEB 3.0 technologies for optimizing state and other socio-economic structures for the coordination of state and business interests are analyzed.

Keywords: Web3, Cryptocurrency, blockchain, decentralized technologies, socio-economic structures, metaverses.

References

1. Korechkov YuV, Tselishchev PB. Ekonomicheskaya effektivnost' ispol'zovaniya kriptovalyuty v rossijskoj ekonomike [Economic efficiency of using cryptocurrencies in the Russian economy]. *Naukovedenie: internet-zhurnal* [Online Journal of Science Studies]. 2016;6 (37):14. (In Russ.)
2. Vakhruшев DS, Zhelezov OV. Kriptovalyuta kak fenomen sovremennoj informacionnoj ekonomiki: problemy teoreticheskogo osmysleniya [Cryptocurrency as a phenomenon of modern information economy: problems of theoretical understanding]. *Naukovedenie: internet-zhurnal* [Online Journal of Science Studies]. 2014;5(24):156. (In Russ.)
3. Omelkovich AV, Larkina AA. Metavselennye kak osnovnoj faktor budushchego ekonomicheskogo razvitiya gosudarstva [Metaverses as the main factor of the future economic

development of the state]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship]. 2023;(154):586-590. (In Russ.)

4. Priymak VYu. Elektronnoe gosudarstvo i metaverse: k voprosu o sootnoshenii ponyatij [The electronic state and the metaverse: on the question of the correlation of concepts]. *Cifrovye tekhnologii i pravo: sbornik nauchnyh trudov I mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Digital technologies and law. Collection of scientific papers of the I International Scientific and Practical Conference]. Kazan.2022:210-216. (In Russ.)

5. Polyakova TA, Minbaleev AV, Krotkova NV. Razvitie doktriny rossijskogo informacionnogo prava v usloviyah perekhoda k ekonomike dannyh [Development of the doctrine of Russian information law in the conditions of transition to the data economy]. *Gosudarstvo i pravo* [State and Law]. 2023;(9):158-171. (In Russ.)

6. Dedyukhina ES, Loshudin VE. Obzor i sravnenie populyarnykh metodov generacii kriptovalyut [Review and comparison of popular methods of generating cryptocurrencies]. *Informacionnye tekhnologii v modelirovanii i upravlenii: podhody, metody, resheniya: materialy II vserossijskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* [Information technologies in modeling and management: approaches, methods, solutions. Materials of the II All-Russian Scientific Conference with international participation]. Part 2. 2019:391-397. (In Russ.)

7. Senichev AV, Kanygin GL. Primenenie tekhnologii blokchejn v kriptovalyute [Application of blockchain technology in cryptocurrency]. *Rol' i znachenie nauki i tekhniki dlya razvitiya sovremennogo obshchestva: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [The role and significance of science and technology for the development of modern society. Proc. of the international scientific and practical conference]. Ufa. DSTU. 2018:59-63. (In Russ.)

8. Pavlyutenkova MY. Elektronnoe pravitel'stvo vs cifrovoe pravitel'stvo v kontekste cifrovoj transformacii [Electronic government vs digital government in the context of digital transformation]. *Monitoring obshchestvennogo mneniya: ekonomicheskie i social'nye peremeny* [Monitoring of public opinion: economic and social changes]. 2019;5(153):120-135. (In Russ.)

9. Yuhno AS. Ponyatie, osobennosti i perspektivy razvitiya koncepcii metaverse [The concept, features and prospects for the development of the metaverse]. *Mir novej ekonomiki* [The world of the new economy]. 2022;16(4):6-19. (In Russ.)

10. Pervyj smart-kontrakt OAO "RZHD" na soprovozhdenie gruzovoj perevozki [The first smart contract of JSC "Russian Railways" for freight transportation support]. *Mir transporta* [World of Transport]. 2020;18(3) (88):27. (In Russ.)

11. Zagalsky OE. Razrabotka modeli metaverse dlya obespecheniya kontrolya dostupa pol'zovatelej k resursam metaverse [Development of a metaverse model to ensure user access control to metaverse resources]. *Problemy informacionnoj bezopasnosti. Komp'yuternye sistemy* [Problems of information security. Computer systems]. 2023; S2 (55):45-53. (In Russ.)

Alexander A. Marinov

Candidate of Economical Sciences, Associated Professor, Cybersecurity Competence Center (CCC), Institute of Information Technologies and Data Analysis of Irkutsk National Research Technical University (INRTU)

83, Lermontov st., Irkutsk, Russia, 664074

Phone: +7 (950-1) 30-10-90

Email: am-irk@yandex.ru

Илья В. Сузов

Master Student, Cybersecurity Competence Center (CCC), Institute of Information Technologies and Data Analysis of Irkutsk National Research Technical University (INRTU)

83, Lermontov st., Irkutsk, Russia, 664074

Phone: +7 (950-1) 12-83-17

Email: ermak.soldat.2000@mail.ru

УДК 372.862

И.Е. Чечулина, О.В. Мельничук, Е.В. Ларионова

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Представлен опыт организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теоретические основы электротехники» в форме кейс-технологии с применением Google-таблиц и интерактивной доски Padlet, позволяющих визуализировать результаты работы с целью интенсификации учебного процесса и повышения интереса со стороны студентов.

Ключевые слова: самостоятельная работа студентов, образовательные технологии, кейс-технология, визуализация.

Активное проникновение цифровизации во все сферы нашей жизни предъявляет новые требования к современному образованию. Внедрение информационно-коммуникационных технологий в экономику приводит к постепенному вытеснению многих традиционных профессий и появлению совершенно новых, требующих у выпускников высших учебных заведений наличия соответствующих, ранее неизвестных компетенций. Информация в современном мире обновляется с огромной скоростью, появляются новые технологии, растёт спрос на профессии, о которых еще совсем недавно никто не знал. Человек в таком мире должен быть готов постоянно обновлять собственную базу знаний, умений, профессиональных навыков, постоянно развиваться и самосовершенствоваться. Поэтому образовательные технологии должны соответствовать таким запросам общества и стать цифровыми, решающими одновременно задачи глобализации и индивидуализации процесса обучения. Обучающийся должен иметь доступ к самому качественному образованию и непрерывно пополняющимся мировым образовательным ресурсам, при этом выбирая собственную траекторию образования [1].

Запрос на разработку и внедрение новых методических решений и цифровых образовательных технологий становится еще более актуальным в связи с теми задачами, которые ставятся перед высшей школой России Президентом РФ [2]. Еще в 2018 г. в послании Федеральному Собранию он давал такую оценку ситуации: «Отставание – вот главная угроза и вот наш враг. И если мы не переломим ситуацию, оно будет неизбежно усиливаться... Дело в том, что скорость технологических изменений нарастает стремительно, идёт резко вверх. Тот, кто использует эту технологическую волну, вырвется далеко вперёд. Тех, кто не сможет этого сделать, она – эта волна – просто захлестнёт, утопит».

За прошедшие с тех пор 5 лет ситуация в стране и мире настолько обострилась, что образование реально стало стратегической областью, обеспечивающей национальную безопасность. От профессоров и преподавателей зависит, получают ли выпускники вузов компетенции, необходимые для создания новых прорывных

решений в областях, обеспечивающих технологическую независимость страны и способных существенно повлиять на облик экономики и общества.

Анализ последних тенденций в развитии российского и мирового образования показал, что совершенствование технологий, глобализация и массовая цифровизация, а также события последних нескольких лет, такие как пандемия коронавируса, сильно повлияли на современное общество, а вместе с ним и на систему образования. Среди наиболее востребованных трендов авторы исследований выделяют тотальную цифровизацию, что выражается в активном использовании дистанционного обучения и создании цифровой среды для учащихся, а также изменении роли преподавателя [3–5]. Преподаватель перестает быть единственным источником знаний. Теперь он создает и курирует образовательный процесс, вовлекая студентов в обучение и поддерживая мотивацию.

«Электротехника» наряду с такими дисциплинами, как «Сопrotивление материалов» и «Теоретическая механика», составляют фундамент высшего технического образования, на который успешно надстраиваются любые специальные дисциплины, формируя необходимые компетенции инженера. Информатику в этом ряду умышленно не упоминаем, так как она стала неотъемлемой частью любого образования, кроме дошкольного. Естественно, что значимость перечисленных предметов в общепрофессиональной подготовке, а также их объем и содержание существенно зависят от выбранного направления или специальности. Так, для группы направлений «Электроника, радиотехника и системы связи» базовым предметом, без которого невозможно изучение многих профильных дисциплин, являются «Теоретические основы электротехники» (ТОЭ).

Изучение ТОЭ традиционно вызывает трудности у студентов. Не случайно еще в советские времена в университете ходила шуточная присказка: «Сдал ТОЭ – можно жениться!». Основная часть дисциплины, посвященная теории цепей, читается студентам 2-го курса в 3-м и 4-м семестрах и базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных ими на 1-м курсе

в ходе изучения дисциплин «Физика», «Математика» и «Информатика». Можно очень коротко сформулировать суть дисциплины ТОЭ: используя законы физики и математические методы, анализировать и рассчитывать электрические цепи в разных режимах работы. Одним из обязательных видов самостоятельной работы студентов (СРС) при изучении дисциплины является выполнение расчетно-графических работ (РГР) в каждом семестре обучения.

Осенью студенты, как правило, активно включаются в учебный процесс и выполняют РГР в срок и без особых затруднений. Заинтересованность студентов при работе над РГР повышает форма организации этого вида СРС, используемая в университете только в цикле дисциплин ТОЭ и «Электротехника». Для этого используются специальные компьютерные программы, позволяющие обеспечить индивидуализацию обучения и возможность проверки степени усвоения учебного материала как в режиме самоконтроля, так и при окончательной проверке с участием преподавателя [6].

Индивидуальные задания генерируются системой дистанционного обучения электротехнике «ЭДО» и размещаются на специальном сайте кафедры. Доступ к своим заданиям студенты получают после авторизации по логину и паролю. При этом электрические схемы в заданиях и численные значения их параметров индивидуальны для каждого и не повторяются. Проверка правильности решения осуществляется студентами с помощью интернет-системы «ЭДО» с любого компьютера и смартфона.

К весеннему семестру чувство новизны от системы «ЭДО» притупляется, а изучаемый материал становится более сложным. Выполнение РГР начинает «пробуксовывать», что в конечном итоге приводит к недопуску ряда студентов до экзамена. И здесь преподавателю нужно найти новые методические приемы для активного вовлечения студентов в учебный процесс.

Одной из современных, но уже доказавших свою эффективность технологией обучения является проблемно-ситуативное обучение с использованием кейсов. Сущность кейсов заключается в формате подачи учебного материала студентам. Преподаватели создают такую ситуацию, в которой обучающийся смог бы усвоить определённую информацию в процессе активного обсуждения задания и его креативного решения [7].

Особенностью этого метода является перенос акцента обучения на выработку новых знаний в процессе взаимодействия студентов с преподавателем. Работа над кейсом включает как индивидуальные этапы, так и деятельность в команде. При этом студенты учатся анализировать реальную проблему, искать пути ее решения, обосновывать свой выбор и презентовать результаты своего труда [8].

Таким образом, появилась идея заменить одну из задач расчетно-графической работы на кейс «Исследование режимов работы однородной длинной линии, предназначенной для передачи сигналов высокой частоты». Одна только новость о том, что вместо РГР будет кейс, вызвала у студентов всплеск энтузиазма. Еще больше им понравилось, что работать придется в команде, а команды будут соревноваться между собой.

Задание на кейс включало в себя аналитическую часть, в которую в том числе входили расчеты режимов цепи с распределенными параметрами. При этом результаты некоторых расчетов представлялись от команды, а часть расчетов распределялась между ее членами, и результаты были «именными».

Эта задача пока не включена в интернет-систему «ЭДО», поэтому проверить самостоятельно правильность расчетов студенты не могли. И это оказалось неожиданным плюсом, поскольку «ЭДО», во-первых, не позволяет увидеть результаты работы своих одноклассников и, во-вторых, не дает возможности нескольким студентам проверять задания одного варианта. То есть для командной работы система в принципе не подходит.

В качестве альтернативы системе «ЭДО» было решено использовать Google-таблицу, которая лишена приведенных выше недостатков: вся группа может вносить в нее данные и видеть результаты разных команд.

На рис. 1 показан фрагмент этой таблицы.

В левом столбце находятся списки команд, которые должны вносить результаты расчетов в свои строки. Преподаватель проверяет их правильность и отвечает по системе «светофор»: правильные ответы заливаются зеленым цветом, неправильные – красным; если очевидна вычислительная погрешность и нужно уточнить расчет – заливка желтая.

На поколение Z, с которым мы сейчас имеем дело, такая визуализация результатов их работы произвела просто колоссальный эффект. Если с похожими задачами в рамках РГР работа растягивалась на весь семестр, а то и выходила за его рамки, то больший объем расчетной части кейса большинство студентов выполнили за 4 недели.

Вторая часть кейса включала в себя эксперимент, призванный подтвердить результаты расчета. Производилось моделирование работы линии связи в различных режимах, а результаты моделирования представлялись в виде таблиц и графиков. Для их визуализации Google-таблица уже не подходила. Найти пригодный для этих целей цифровой сервис было предложено самим студентам.

Это задание выходило за рамки кейса, но две команды активно откликнулись на предложение и провели самостоятельные исследования, изучив возможности различных сервисов и сделав их сравнительный об-

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
0		ZC	Om	Ип/км	g	рад/км	Вф	км	U1	град	И	град	U(x)	град	A	град	ZH
		mod	arg	a	b	b	км/с	км	mod	arg	mod	arg	mod	arg	mod	arg	mod
10 Группа	Антипова В. Буткин М. Гильманова Э. Ямалиев М.	2289,29	-3,98	0,068	0,022	85636,6	285,45	50,218	-1,03	0,01202	-22,5	46,3098	0,0136	0,009	0,0146034	11	3700
	Забродин Н. Сафин А. Абрамова Н.											63,58 60,67 56,888	57,59 0,0301 0,02842	80,95 81,2 81,88	0,02454	82,56	2229,055
11 Группа	Талипов А. Губайдуллина А. Подкуйко Р. Шаяхметов С.	2175,025	-2,045	0,0705	0,0233	80858,4	269,53	68,343	60,83	0,0328	80,83	54,701	49,25	0,02454	82,56		
	Байтимеров А. Мусин Е.											74,5597 75,8576 45,0293 41,6429	-2,6039 1,7527 3,11 1,46	0,0232 0,0235 0,0084 0,00761	-8,7238 -7,8727 27,79 33,49		3200,018
12 Группа		2560,0159	-9,9509	0,055	0,0225	83685,3824	278,89	74,2844	-2,8916	0,023	-9,0115						

Рис. 1. Визуализация результатов аналитической части кейса с помощью Google-таблицы

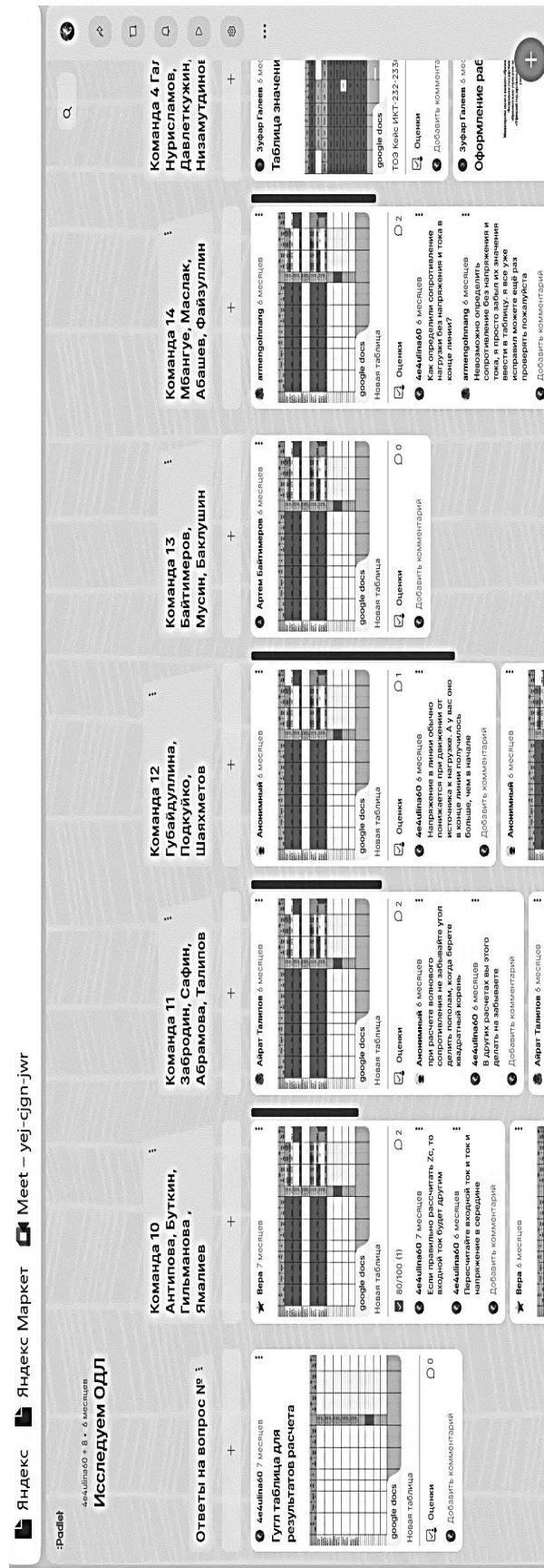


Рис. 2. Применение онлайн-доски Padlet для самостоятельной работы студентов

зор. В результате получилось два интересных доклада, представленных в дальнейшем на студенческой научной конференции.

В качестве цифрового инструмента для визуализации результатов моделирования была выбрана интерактивная доска Padlet, позволяющая добавлять как текстовые документы, так и графики, видеоролики и гиперссылки большой группе пользователей. Одним из решающих факторов, повлиявших на выбор именно этого сервиса, явилась возможность работать с ним с телефона.

На рис. 2 представлен фрагмент интерактивной доски Padlet, из которого видно, что в одном сервисе удалось совместить визуализацию результатов расчета, эксперимента и окончательного отчета, а также добавить комментарии преподавателя, ускоряющие исправление ошибок и недочетов.

Таким образом, использование в учебном процессе эффективной кейс-технологии и визуализации результатов работы команд в целом и ее членов в отдельности с помощью цифровых сервисов «Google-таблица» и «интерактивная доска Padlet» позволили интенсифицировать учебный процесс и существенно поднять интерес к нему со стороны студентов, которые при выполнении заданий кейса приобрели гораздо больше навыков, чем при выполнении стандартной РГР. Как известно, хорошо получается именно то дело, которое тебе интересно. И такой подход к организации самостоятельной работы студентов внесет свою лепту в подготовку квалифицированных кадров, столь необходимых стране.

Литература

1. Аспекты реализации электронного обучения при преподавании электротехники / И.В. Вавилова, И.Е. Чечулина, В.С. Лукманов, А.Р. Фатхиев // Современное образование: качество образования и актуальные проблемы современной высшей школы : материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2019. С. 107–108.

2. Похолоков Ю.П. Инженерное образование России: проблемы и решения. Концепция развития инженерного образования в современных условиях // Инженерное образование. 2021. № 30. С. 96–105.

3. Мировые тренды образования в российском контексте // Высшая школа экономики. 2023. URL: <https://ioe.hse.ru/> (дата обращения: 17.11.2023).

4. 10 трендов образования в 2023 году // Наука и образование. 2023. URL: <https://zen.ru/a/Y8VAaUMe-RGc-Sfg/> (дата обращения: 17.11.2023).

5. An OECD Horizon Scan of Megatrends and Technology Trends in the Context of Future Research Policy. URL: <https://ufm.dk/en/publications/2016/files/an-oecd-horizon-scan-of-megatrends-and-technology-trends-in-the-context-of-future-research-policy.pdf> (дата обращения: 17.11.2023).

6. Чечулина И.Е., Вавилова И.В., Фатхиев А.Р. Онлайн-обучение как инструмент работы преподавателя в дистанционном формате // Современное образование: повышение конкурентоспособности университетов : материалы междунар.

науч.-метод. конф. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2021. Ч. 2. С. 21–25.

7. Сущность и основа кейс-технологии в профессиональном образовании / А.А. Перяшкина, А.А. Трифанова, Е.В. Барабашкина, А.А. Чегулова, К.Э. Бердникова // Психология, социология и педагогика. 2022. № 2. URL: <https://psychology.snauka.ru/2022/08/8676> (дата обращения: 17.11.2023).

8. Махотин Д.А. Метод анализа конкретных ситуаций (кейсов) как педагогическая технология // Вестн. РМАТ. 2014. № 1. С. 94–98.

Чечулина Ирина Евгеньевна

Канд. техн. наук, доцент, доцент каф. электронной инженерии Уфимского университета науки и технологий (УУНиТ) К. Маркса ул., д. 12, г. Уфа, Россия, 450008
Тел.: +7 (917) 415-30-11
Эл. почта: 4e4ulina60@mail.ru

Мельничук Ольга Васильевна

Канд. техн. наук, доцент, доцент каф. электронной инженерии Уфимского университета науки и технологий (УУНиТ) К. Маркса ул., д. 12, г. Уфа, Россия, 450008
Тел.: +7 (908) 350-23-10
Эл. почта: MOV4184@mail.ru

Ларионова Екатерина Валерьевна

Ст. преподаватель каф. электронной инженерии Уфимского университета науки и технологий (УУНиТ) К. Маркса ул., д. 12, г. Уфа, Россия, 450008
Тел.: +7 (908) 350-23-10
Эл. почта: april-25@inbox.ru

Chechulina I.E., Melnichuk O.V., Larionova E.V.

Innovative Technologies as a Tool for Improving the Quality of Training Specialists

The experience of organizing self-study work of students in 'Theoretical Foundations of Electrical Engineering' subject that is realized in the form of a case technology with the use of Google tables and an interactive Padlet board is presented. It allows to visualize the results of work in order to intensify the educational process and to increase student interest.

Keywords: innovative educational technologies, case technology, visualization.

References

1. Vavilova IV, Chechulina IE, Lukmanov VS, Vavilova IV. Aspekty realizacii elektronnoho obucheniya pri prepodavanii elektrotehniki [Aspects of the e-learning realization of electrical disciplines teaching]. *Sovremennoe obrazovanie: kachestvo obrazovaniya i ak-tual'nye problemy sovremennoj vysshej shkoly: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii* [Modern education: the quality of education and actual problems of modern higher education. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2019;107–108. (In Russ.)

2. Pokholkov YuP. Inzhenernoe obrazovanie Rossii: problemy i resheniya. *Koncepciya razvitiya inzhenernogo obrazovaniya v sovremennyh usloviyah* [Engineering education

in Russia: problems and solutions. The concept of development of engineering education in modern conditions]. *Inzhenernoe obrazovanie* [Engineering education]. 2021;(30): 96–105. (In Russ.)

3. Mirovye trendy obrazovaniya v rossijskom kontekste [Global trends in education in the Russian context]. *Vysshaya shkola ekonomiki* [Higher School of Economics]. 2023. Available from: <https://ioe.hse.ru/> [Accessed: 17 November 2023]. (In Russ.)

4. 10 trendov obrazovaniya v 2023 godu [10 trends of education in 2023]. *Nauka i obrazovanie* [Science and Education]. 2023. Available from: <https://dzen.ru/a/Y8VAaUMe-RGc-Sfg/> [Accessed: 17 November 2023]. (In Russ.)

5. An OECD Horizon Scan of Megatrends and Technology Trends in the Context of Future Research Policy. Available from: <https://ufm.dk/en/publications/2016/files/an-oecd-horizon-scan-of-megatrends-and-technology-trends-in-the-context-of-future-research-policy.pdf> [Accessed: 17 November 2023].

6. Chechulina IE, Vavilova IV, Fatkhiev AR. Onlajn-obuchenie kak instrument raboty prepodavatelya v distancionnom формате [Online learning as a tool for the teacher work in a distance format]. *Sovremennoe obrazovanie: povyshenie konkurentosposobnosti universitetov: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii* [Modern education: increasing the competitiveness of universities. Proc. of the international scientific and methodological conference]. 2021;(2):21-25. (In Russ.)

7. Periashkina AA, Trifanova AA, Barabashkina EV, Chegulova AA, et al. Sushchnost' i osnova kejs-tekhnologii v professional'nom obrazovanii [The essence and basis of case technology in professional education]. *Psihologiya, sociologiya*

i pedagogika [Psychology, sociology and pedagogy]. 2022;(2). Available from: <https://psychology.snauka.ru/2022/08/8676> ([Accessed: 17 November 2023]). (In Russ.)

8. Makhotin DA. Metod analiza konkretnykh situacij (kejsov) kak pedagogicheskaya tekhnologiya [Method of analysis of specific situations (cases) as a pedagogical technology]. *Vestnik Rossijskoj mezhdunarodnoj akademii turizma* [Bulletin of the Russian International Academy of Tourism]. 2014:214. (In Russ.)

Irina E. Chechulina

PhD in Engineering, Assistant Professor, Chair of Electronic Engineering, Ufa University of Science and Technology (UUST). 12, K. Marcs st., Ufa, Russia, 450008
Phone: +7 (917-4) 15-30-11
Email: 4e4ulina60@mail.ru

Olga V. Melnichuk

PhD in Engineering, Assistant Professor, Chair of Electronic Engineering, Ufa University of Science and Technology (UUST). 12, K. Marcs st., Ufa, Russia, 450008
Phone: +7 (908-3) 50-23-10
Email: MOV4184@mail.ru

Ekaterina V. Larionova

Senior Lecturer, Chair of Electronic Engineering, Ufa University of Science and Technology (UUST). 12, K. Marcs st., Ufa, Russia, 450008
Phone: +7 (908-3) 50-23-10
Email: april-25@inbox.ru

УДК 378.111

Е.В. Викторенко, Ф.А. Красина

К ВОПРОСУ О ДВУХ КВАЛИФИКАЦИЯХ

Возможность получения одновременно двух квалификаций закреплена на законодательном уровне. Присвоение выпускнику сразу двух квалификаций усиливает взаимодействие вузов с предприятиями. Разработанная Министерством науки и высшего образования РФ концепция освоения обучающимися нескольких квалификаций предусматривает их сочетание строго по уровню образования: бакалавриат-бакалавриат, магистратура-магистратура, специалитет-специалитет. Кафедра экономики ТУСУРа подготовила учебные планы, позволяющие студенту освоить следующие квалификации: специальность «Экономика» в сочетании со специальностью «Государственное и муниципальное управление» и специальность «Экономика» в сочетании со специальностью «Бизнес-информатика».

Ключевые слова: вторая квалификация, модели образовательного процесса, образовательные траектории.

Студенты вузов имели возможность получения высшего образования одновременно по двум специальностям достаточно давно: можно вспомнить, например, факультеты дополнительных профессий в педагогических вузах. Что касается студентов технических вузов, то получение одновременно двух дипломов о высшем образовании было возможно при совмещении очной формы обучения по основной специальности и заочной/дистанционной по выбранной дополнительной. Несомненно, получение второго образования повышает шансы выпускников на хорошее трудоустройство по окончании вуза. Также считается, что вернуться к получению второго образования сложнее, когда после окончания университета проходит несколько лет и необходимо сочетать работу и учебу.

1 сентября 2021 г. был принят и вступил в силу ФЗ № 144 от 26.05.2021, вносящий изменения в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации». Принятый закон разрешил вузам разрабатывать программы обучения, которые позволяют студентам получать две квалификации одновременно и закрепил за студентами право на получение двух квалификаций. Присвоение выпускнику одновременно двух квалификаций – шаг вперед в системе взаимодействия вузов и предприятий. Новая модель обучения позволяет бесплатно получить несколько квалификаций по одному из следующих уровней: бакалавриат в сочетании с бакалавриатом, магистратура в сочетании с другим направлением магистратуры и специалитет в сочетании со специалитетом [1].

Рассмотрим юридическую составляющую этого процесса. Содержание отношений между образовательной организацией и обучающимся регулируется Федеральным законом от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» и включает в себя два элемента, находящихся в тесной взаимосвязи – субъективное право и юридическую обязанность. Субъективным правом является возможность определенного поведения субъекта правоотношения (в нашем случае это про обучающегося), юридической обязанностью – соответствующая обязанность поведения.

Так, в части 1 ст. 34 Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» закреплены академические права обучающихся. В частности, в п.6 части 1 ст. 34 законодатель указывает на наличие у обучающегося права на освоение наряду с учебными дисциплинами (модулями) по осваиваемой образовательной программе, на которой они обучаются, любых других учебных дисциплин (модулей), которые преподаются в образовательной организации [2]. Также в соответствии с п.6 части 1 ст. 34 [2] обучающемуся предоставляется право на параллельное освоение нескольких основных профессиональных образовательных программ, получение одной или нескольких квалификаций [2]. Юридической обязанностью в содержании правоотношения «обучающийся – образовательная организация» будет являться обязанность образовательной организации предоставить возможность реализации данного права, что напрямую говорит об индивидуализации обучения.

В Министерстве науки и высшего образования России подчеркивают, что в настоящее время одной из ключевых задач системы высшего образования является подготовка и выпуск высококвалифицированных специалистов, отличающихся высокой степенью востребованности на рынке труда сразу после окончания вуза. В этой связи «важнейшая задача – дать студентам возможность получить широкий спектр профессиональных компетенций во время учебы» [1]. В качестве примеров новых образовательных программ, позволяющих студенту получить одновременно две квалификации, можно привести следующие программы: в Уральском государственном горном университете реализована программа специалитета «Горное дело», которая подразумевает вариативность специализаций. Особенность организации образовательного процесса в том, что студентам предлагается на выбор несколько квалификаций из представленных 39 в зависимости от их потребности и своего видения дальнейшего профессионального развития на рынке труда. Финансовый университет при Правительстве РФ реализовал

программу совместной подготовки по направлениям бакалавриата «Экономика» и «Юриспруденция» в обобщенной образовательной программе «Бизнес-аудит и право». В результате выпускник осваивает две квалификации, которые фиксируются в дипломе: «Бакалавр по специальности «Экономика» и «Юрисконсульт по специальности «Юриспруденция». В Минобрнауки России была разработана модель «перевернутого учебного плана» на бакалавриате при обучении ИТ-специалистов для цифровой экономики. В соответствии с перевернутым планом профессиональные компетенции осваиваются на первых двух курсах обучения, а изучение фундаментальных и общих дисциплин переносится на старшие курсы» [1].

В своем докладе «Возможности для реализации индивидуальных образовательных траекторий с учетом накопленного опыта в высшей школе» на научно-методической конференции «Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти» В.Ю. Цибульникова говорит о возможности обеспечения для обучающегося в рамках одной образовательной программы получения сразу двух квалификаций, а также о сложностях, с которыми можно столкнуться при реализации такой возможности.

Исходя из изучения опыта различных вузов, а также в развитие [3] в партнерстве кафедры экономики и кафедры автоматизации обработки информации (далее кафедра АОИ) ТУСУРа для набора 2023 года и далее реализована возможность освоения обучающимся двух квалификаций. Для сочетания квалификаций выбраны специальности:

- 1) «Экономика» и «Государственное и муниципальное управление»;
- 2) «Экономика» и «Бизнес-информатика».

Такое сочетание выбрано не просто так. Данные направления находятся в рамках одной укрупнённой группы специальностей и направлений (далее УГСН), а это значит, что у направлений схожи требования к распределению трудоемкости между обязательными дисциплинами и дисциплинами, формируемыми участниками образовательных отношений и практиками.

Структура учебного плана выглядит следующим образом.

1. В первый год обучения студенты осваивают общеуниверситетские дисциплины и специальные дисциплины направления подготовки, основы проектной деятельности.

2. Во второй года обучения – специальные дисциплины направления подготовки, специальные дисциплины профиля основной квалификации, групповое проектное обучение.

3. В третий год обучения студентам дается возможность выбора второй квалификации. Изучаемые дисциплины – специальные дисциплины профиля основной квалификации, групповое проектное обучение,

специальные дисциплины профиля второй квалификации или модуль развития основной квалификации.

4. В четвертый год обучения – специальные дисциплины профиля второй квалификации или модуль развития основной квалификации, групповое проектное обучение, практики и защита выпускной квалификационной работы (ВКР).

По окончании обучения студент защищает одну ВКР, которая будет удовлетворять требованиям обеих квалификаций. Далее студенту выдается диплом, где указаны сразу две полученных квалификации. Сначала указывается квалификация, освоение которой студент начал первой, затем – квалификация, которую обучающийся выбрал второй. Считаем, что возможность выбора второй квалификации или углубленного изучения основной – это не только реализация обязанности образовательной организации по предоставлению права обучающемуся в рамках последних изменений в законодательстве об образовании, но и прямая индивидуализация обучения. Отметим, что защита выпускной квалификационной работы будет проходить сразу по двум квалификациям, т.е. обучающемуся будет необходимо показать освоение всех компетенций, присущих обеим квалификациям по отдельности.

Учебный план выстроен таким образом, чтобы студенты, выбравшие две квалификации, смогли в полной мере освоить профессиональные компетенции, закрепленные во ФГОС ВО соответствующих направлений подготовки. Например, учебный план специальности «Экономика» со второй квалификацией «Государственное и муниципальное управление» позволяет освоить все профессиональные компетенции из ФГОС ВО по направлениям «Экономика» и «Государственное и муниципальное управление». Стоит отметить, что в случае выбора студентом второй квалификации срок его обучения не увеличивается, а остается прежним, т.е. количество зачетных единиц в учебном плане не изменяется и остается равным 240.

1 февраля 2022г. Минобрнауки выпустило приказ № 89, вступающий в силу с 01.09.2024 г., в котором утвердило новый перечень направлений подготовки бакалавриата, магистратуры, специалитета, ординатуры, а также ассистентуры-стажировки [4]. Согласно данному приказу считается, что в 2024 году абитуриенты будут поступать не на специальность, а на УГСН и только уже потом выбирать специальность. В рамках такого подхода можно будет обеспечить индивидуализацию обучения, а также возможность получения второй квалификации (в рамках одной УГСН).

Министерство науки и высшего образования России 21 июля 2023 г. выпустило письмо № МН-5/2645-ДА с приложением Методических рекомендаций по разработке и реализации образовательных программ высшего образования, предусматривающих возможность одновременного освоения обучающимися нескольких квалификаций [5].

Согласно данным Методическим указаниям разработка и последующая реализация образовательной программы может осуществляться на основе одной из моделей [5]:

1) модель 1 – образовательная программа высшего образования, предусматривающая обучение одновременно по нескольким специальностям;

2) модель 2 – образовательная программа высшего образования, которая интегрирована с программой или программами профессиональной переподготовки [5];

3) модель 3 – образовательная программа высшего образования, интегрированная с программами профессионального обучения и предусматривающая получение квалификаций, перечисленных в специальных квалификационных справочниках [5].

Учебный план с возможностью получения двух квалификаций, созданный на кафедре экономики ТУ-СУРа до появления этих рекомендаций, полностью соответствует Порядку разработки и реализации образовательной программы высшего образования по нескольким направлениям подготовки (специальностям) соответствующего уровня высшего образования в соответствии с Моделью 1 [5].

При формировании учебного плана с возможностью получения двух квалификаций мы учитывали требования федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) высшего образования, а также перспективы развития рынка труда. Считаем, что учебный процесс необходимо выстраивать с учетом равноценности обеих квалификаций.

Также отметим, что при формировании учебного плана с возможностью получения двух квалификаций был установлен весь перечень общепрофессиональных компетенций, установленных соответствующими ФГОС.

Первый набор студентов кафедры экономики ТУ-СУРа на очную форму обучения по программе с освоением двух квалификаций состоялся в 2023 году. В учебных планах кафедры экономики 2024 года набора принято решение оставить возможность получения двух квалификаций. В перспективе рассматривается возможность разработки аналогичных учебных планов для очно-заочной формы с использованием дистанционных образовательных технологий.

Следующим немаловажным шагом является разработка внутренних нормативных актов вуза, которые должны регламентировать процесс перехода студента к изучению специальных дисциплин профиля второй квалификации в третий год обучения.

Стоит отметить возрастающую роль кураторов в процессе реализации учебных планов таких видов. Например, кураторам следует дополнительно ознакомить студентов с особенностями таких учебных планов, помочь грамотно организовать переход на обучение с дополнительной квалификацией, курировать в вопросах эффективного использования учебного времени,

а также дополнительно отчитываться перед заведующим кафедры об уровне освоения учебного плана такими студентами и, конечно, в оперативном режиме решать возникающие вопросы.

Считаем, что при реализации данной программы наши студенты получат более широкие перспективы трудоустройства, а также станут более конкурентоспособными специалистами на рынке труда. Также надеемся, что опыт кафедры экономики окажется полезным для других кафедр, которые будут разрабатывать свои учебные планы с возможностью включения дополнительной квалификации по экономике в свои учебные планы.

Литература

1. Образование на опережение: студенты смогут получить сразу две квалификации при выпуске // Официальный сайт Министерства науки и высшего образования. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/obrazovanie/60526/> (дата обращения: 18.11.2023).

2. Об образовании в Российской Федерации: федер. закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ. URL: https://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения: 18.11.2023).

3. Цибульникова В.Ю. Возможности для реализации индивидуальных образовательных траекторий с учетом накопленного опыта в высшей школе // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти: материалы междунар. науч.-метод. конф., Томск, 26–27 января 2023 г. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиотехнологий, 2023. В 2 ч. Ч. 1. С. 82–85. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=52261030> (дата обращения: 18.11.2023).

4. Об утверждении перечня специальностей и направлений подготовки высшего образования по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, программам ординатуры и программам аспирантуры-стажировки: Приказ Минобрнауки России от 01.02.2022 № 89 (ред. от 29.08.2022). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_410832/ (дата обращения: 18.11.2023)

5. О применении отдельных норм законодательства об образовании: Письмо Минобрнауки России от 21.07.2023 N МН-5/2645-ДА . URL: https://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_453028/ (дата обращения: 18.11.2023).

Викторенко Елена Владимировна

Ст. преподаватель кафедры экономики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Красноармейская ул. д.146 г. Томск, Россия, 634045

Тел.: +7 (3822) 41-39-39

Эл. почта: elena.v.viktorenko@tusur.ru

Красина Фаина Ахатовна

Ст. преподаватель кафедры экономики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Красноармейская ул. д.146 г. Томск, Россия, 634045

Тел.: +7 (3822) 41-34-15

Эл. почта: kra417@mail.ru

Viktorenko E.V., Krasina F.A.

On the Issue of Two Qualifications

The opportunity of getting two qualifications at the same time is fixed at the legislative level. Assigning two qualifications to a graduate at once strengthens the interaction between universities and enterprises. The concept of mastering several qualifications by students developed by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation strictly provides for their combination according to the level of education: bachelor's degree-bachelor's degree, master's degree-master's degree, specialty-specialty. The Department of Economics of TUSUR has prepared curricula that allow students to master the following qualifications: the specialty 'Economics' in combination with the specialty 'Public and Municipal Administration' as well as the specialty 'Economics' in combination with the specialty 'Business Informatics'.

Keywords: second qualification, models of the educational process, educational trajectories.

References

1. Obrazovanie na operezhenie: studenty` smogut poluchit` srazu dve kvalifikacii pri vy`puske [Advanced education: students will be able to obtain two qualifications at once upon graduation]. Oficial`ny`j sajt Ministerstva nauki i vy`sshego obrazovaniya. [Official website of the Ministry of Science and Higher Education]. Available from: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/obrazovanie/60526/> [Accessed: 18 November 2023]. (In Russ.)

2. Federal Law of Russian Federation № 273-FZ adopted 29 De-cember 2012 «Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii». Available from: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174 [Accessed: 18 November 2023]. (In Russ.)

3. Tsibulnikova VYu. Vozmozhnosti dlya realizacii individual`ny`x obrazovatel`ny`x traektorij s uchetom nakoplenogo opy`ta v vy`sshej shkole [Opportunities for the implementation of individual educational trajectories, considering the accumulated experience in higher education]. Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti: materialy` mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii

[Modern education: integration of education, science, business and government. Proc. of the international. scientific methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2023;(1):82–85. Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=52261030> [Accessed: 18 November 2023]. (In Russ.)

4. Ob utverzhdenii perechnya special`nostej i napravlenij podgotovki vy`sshego obrazovaniya po pro-grammam bakalavriata, programmam specialiteta, programmam magistratury`, programmam ordinatury` i programmam assistentury`-stazhirovki: Prikaz Minobrnauki Rossii ot 01.02.2022 № 89 [On approval of the list of specialties and directions of higher education training in bachelor's degree programs, specialty programs, master's degree programs, residency programs and internship programs: Decree of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated 02 January 2022, No. 89]. Available from: https://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_410832 [Accessed: 18 November 2023]. (In Russ.)

5. O primenenii otdel`ny`x norm zakonodatel`stva ob obrazovanii: Pis`mo Minobrnauki Rossii ot 21.07.2023 N MN-5/2645-DA [Letter from the Ministry of Education and Science of Russia dated July 21, 2023 N MN-5/2645-DA 'On the application of certain norms of legislation on education']. Available from: https://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_453028 [Accessed: 18 November 2023]. (In Russ.)

Elena V. Viktorenko

Senior Lecturer, Department of Economics, Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics (TUSUR) 146, Krasnoarmeyskaya st., Tomsk, Russia, 634045
Phone: +7 (382-2) 41-39-39
Email: viktorenko.e@gmail.com

Faina A. Krasina

Senior Lecturer, Department of Economics, Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics (TUSUR) 146, Krasnoarmeyskaya st., Tomsk, Russia, 634045
Phone: +7 (382-2) 41-34-15
Email: kra417@mail.ru

Секция 3

СЕТЕВАЯ ФОРМА ПОДГОТОВКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ

УДК 378.147.31

О.В. Гальцева, М.Н. Янушевская, Е.Ж. Сарсикеев

УСЛОВИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ СЕТЕВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Рассматривается современная нормативная база документов по организации и взаимодействию в рамках сетевых образовательных программ. Описана классификация сетевых университетов. Анализируются организационно-нормативно-методические условия в процессе проектирования и реализации сетевых образовательных программ. Сетевое взаимодействие между вузами, НИИ и производственными компаниями обеспечивает инновационное развитие организаций за счёт синергетического эффекта и взаимовыгодного обмена ресурсами.

Ключевые слова: законы РФ, сетевая образовательная программа, классификация сетевых университетов, условия реализации сетевых образовательных программ.

Для проектирования и реализации на практике сетевых образовательных программ высшего образования необходимы определённые организационно-нормативно-методические условия. Часть из них определена в Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации», в нормативно-правовых статьях: ст. 13 Общие требования для реализации образовательных программ» и ст. 15 «Сетевая форма реализации образовательных программ» [1].

В приказе Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения РФ от 5 августа 2020 г. № 882/391 «Об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ» детально и пошагово рассматриваются правовой базис и принципиальные основы проектирования и реализации сетевых программ в высших учебных заведениях и общеобразовательных учреждениях.

В указе Президента РФ от 12 мая 2023 г. обозначены новые уровни образования и установлены участники-вузы, в которых будет реализован пилотный проект. В число этих организаций вошёл Томский политехнический университет. Вскоре нам предстоит разобраться и жить в условиях базового высшего образования и специализированного высшего образования.

Приведённые примеры нормативных документов также раскрывают определённые организационные условия для реализации программ в сетевой форме.

В данной статье рассматриваются дополнительные условия проектирования и реализации образовательных программ в сетевой форме между участниками сетевого взаимодействия, такими как вузы, НИИ, производственные организации и компании IT-сферы.

Поставленная в 2018 г. цель вхождения Российской Федерации в число 10 ведущих стран мира по качеству образования сегодня становится менее актуальной в мировом масштабе, а вот воспитание развитой гармонично личности плюс социально ответственной и способной обеспечить технологический суверенитет семьи, организации, где работает, и в целом нашей страны на основе исторических и патриотических

традиций, поставленная Президентом РФ, становится ведущей целью образовательного процесса в высшей школе. И каждый преподаватель должен задуматься над этим.

Федеральным проектом «Современная школа» национального проекта «Образование» предусмотрено, что к концу 2024 года не менее 70% общеобразовательных организаций будут реализовывать образовательные программы в сетевой форме с целью повышения эффективного использования оборудования, инфраструктуры, для расширения возможностей школьников в процессе обучения по программам общего образования.

Согласимся с тем, что между общеобразовательными организациями наладить сетевое взаимодействие проще, так как процесс и результаты образования не связаны непосредственно с действующими производственными и научными организациями, формированием профессиональных компетенций и развитием карьеры молодого специалиста.

Можно ли для вузов определить сроки и проценты? Наверное, тоже можно, если простимулировать ректоры, деканов и заведующих кафедрами. Перспективнее и позитивнее создать необходимые и достаточные условия для сетевого взаимодействия.

Цели и задачи создания сетевых образовательных программ

Существует комплекс методических документов на национальном и региональном уровнях, отражающих цели и задачи проектирования и реализации сетевых образовательных программ.

Приведем основные цели и задачи, которые отражены в документах.

Цели – развитие национальной и региональной системы высшего образования; совершенствование образовательных программ для развития содержания и качества подготовки специалистов, бакалавров и магистров; проектирование педагогических инновационных форм и методов работы и др.

Задачи:

♦ повышение уровня качества и содержательного разнообразия основных образовательных программ;

- ◆ использование материально-технической и производственной базы НИИ и коммерческих организаций для повышения качества подготовки студентов;
- ◆ совершенствование процесса формирования общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускников;
- ◆ создание среды для развития профессионалов;
- ◆ использование на 100% всех возможностей сетевого объединения организаций для прорывных результатов научной деятельности и качественной подготовки студентов.

Классификация современных сетевых университетов

Одной из сильных сторон сетевой образовательной программы является её проектирование и реализация в сетевых университетах.

На современном этапе есть такие модели университетов.

Сегодня университеты РФ и мира не только интегрируются на основе сетевого взаимодействия, но и модифицируются в структуры, представляющие собой «новые сетевые университеты». Исследуя документальные источники, можно выявить классификацию сетевых университетов.

1. Сетевые отраслевые вузы

В 2023 г. ТУСУР вошёл в консорциум аэрокосмических вузов России. Это является предпосылкой для создания в вузе сетевых образовательных программ совместно с участниками консорциума – ведущими университетами аэрокосмического профиля (например, Московский авиационный институт, Сибирский государственный университет им. М.Ф.Решетнева, Казанский авиационный институт им. А.Н. Туполева, Самарский университет им. С.П. Королева, СПбПУ Петра Великого и др.).

2. Сетевые региональные университеты

Структура и элементы сетевых взаимодействий позволяют создавать сетевые университеты в отдельных российских регионах. Решение проблем регионального развития, участие в национальных проектах – это задачи данных университетов (например, создание в самом студенческом городе Сибирского региона Томске Большого университета и участие в национальном проекте «Приоритет 2030»).

В рамках Большого университета уже создана сетевая модульная программа по дополнительному образованию для преподавателей всех шести вузов, вошедших в его структуру, активно ведется работа по открытию новых сетевых образовательных программ по повышению квалификации научно-педагогических кадров.

3. Международные сетевые университеты

Про сетевой университет СНГ впервые было заявлено ещё в 2011 году. Тогда студенты ТПУ обучались в Казахстане по сетевой образовательной программе по направлениям «Приборостроение» и «Управление

качеством», были на стажировках в Белоруссии и Киргизии. Создание сетевого университета СНГ направлено на развитие академической мобильности студентов из государств-участников СНГ по ряду программ магистратуры.

Сетевой университет БРИКС объединил организации высшего образования дружественных стран – это Индия, Китай, Бразилия, Россия и ЮАР.

В классификацию международных сетевых университетов входит Университет Шанхайской организации сотрудничества. Представляют его вузы Казахстана, Киргизии, Узбекистана, Таджикистана и России.

В 2017 году был инициирован пилотный проект Евразийский сетевой университет.

Сегодня разрабатываются предложения по созданию других сетевых университетов согласно новым экономическим и политическим реалиям в нашей стране и мире.

Условия проектирования и реализации сетевых образовательных программ на уровне Министерства науки и высшего образования

Здесь возникает вопрос: каких условий не хватает на уровне Министерства науки и высшего образования?

Как вариант, это создание на сайте Министерства науки и высшего образования раздела по данной тематике, организовать дополнительные бюджетные места на сетевые образовательные программы по приоритетным отраслям экономики для университетов, участвующих в национальном проекте «Приоритет 2030».

Также можно провести исследование лучших практик РФ и дружественных стран по реализации сетевых образовательных программ, но пока информации об этом очень мало. Возможно, было бы эффективно один раз в пять лет финансировать профессиональное повышение квалификации научно-педагогических сотрудников ведущих университетов по существующим в них направлениям подготовки. До 1985 года преподаватели 1 раз в 5 лет могли на полгода уехать на повышение квалификации в виде стажировки на предприятии, а сейчас многие преподаватели не знают, что такое производственное предприятие [2].

Благодаря этим забытым инновациям улучшится качество подготовки студентов и научно-методический потенциал преподавателей: преподаватели будут вдохновлены на совершенствование лекций, практических и лабораторных занятий.

На уровне Министерства науки и высшего образования пока еще не созданы все условия для реализации сетевых образовательных программ, и главное – это финансовая поддержка участников инновационного (сетевого) взаимодействия.

Не стоит забывать про подготовку и обучение специалистов юридической службы вузов, персонала учебных управлений и преподавателей, участвующих в планируемых внутренних и внешних изменениях профессиональной деятельности.

На данный момент у вузов есть опыт кооперации, совместного участия и обмена опытом на международных и российских мероприятиях и конференциях. Следующей перспективной совместной задачей является реализация образовательных программ совместно с другими вузами и производственными предприятиями.

Условия реализации сетевых образовательных программ на уровне вузов, НИИ, бизнеса, власти

Одно из главных условий – это лидерство и инициатива научно-педагогических кадров высшего учебного заведения, личное желание преподавателей участвовать в непривычном поле сетевого взаимодействия и личные связи с сотрудниками предприятий и вузов. Предпосылки для этого есть: многие преподаватели работают в нескольких вузах одновременно, а это значит, практически у каждого преподавателя есть опыт взаимодействия на профессиональном уровне с преподавателями других вузов, работающими в системе подготовки специалистов, бакалавров и магистров по основным профессиональным образовательным программам.

Дополнительно выделим ещё несколько основных системных условий для проектирования и реализации сетевых образовательных программ по направлениям бакалавриата и магистратуры.

1. Наличие ведущих научных школ и общих научных интересов у коллектива преподавателей вузов, НИИ и других организаций.

2. Создание эффективных форм сетевого взаимодействия в рамках образовательных программ на принципах автономности и независимости интересов.

3. Способность организаций к сетевым преобразованиям (заключение договоров о сетевом взаимодействии, коррекция учебных планов, расписаний занятий, рабочих учебных программ дисциплин, рабочего времени).

4. Формирование основных правил для развития сетевых связей регионального уровня (базовых юридических правил, социально-политических и социально-культурных норм, корпоративной этики).

5. Ресурсы – финансовые, кадровые, методические, временные.

6. Развитие горизонтальных сетевых взаимодействий на уровне вузов, НИИ, бизнеса и региональной власти.

7. Готовность преподавателей, научных сотрудников, персонала организаций, чиновников включаться в командную работу по проектированию и реализации сетевых образовательных программ с вузами-партнёрами и отраслевыми организациями.

8. Стильное образовательное пространство для мозговых штурмов с круглым столом и мягкими креслами, мультимедийной аппаратурой.

Заключение

Сетевое взаимодействие между вузами, НИИ, производственными компаниями обеспечивает инноваци-

онное развитие организаций за счёт синергетического эффекта и взаимовыгодного обмена ресурсами. Для этого необходимо обеспечить отсутствие бюрократических препон на уровне взаимодействия юридических и учебных управлений университетов и других организаций и руководителей образовательных программ.

Очень важно вписать сетевые программы в систему основных образовательных программ специалитета, бакалавриата, магистратуры для того, чтобы нашим потребителям, а заодно и участникам образовательного процесса было интересно и полезно приобретать компетенции и становится профессиональными российскими специалистами высокого класса, которые смогут обеспечить технологический суверенитет России.

Литература

1. Об образовании в Российской Федерации : Федер. закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ. URL: <http://base.garant.ru/70291362/#ixzz3mSbal7bQ> (дата обращения: 06.11.2023 г.)

2. Основные направления модернизации учебного процесса при подготовке кадров: моногр. / Ю.С. Перфильев [и др.]. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2011. 456 с.

Гальцева Ольга Валерьевна

Канд. техн. наук, доцент отделения контроля и диагностики (ОКД) Инженерной школы неразрушающего контроля и диагностики (ИШНКБ) Национального исследовательского Томского политехнического университета (ТПУ) Ленина проспект, д. 30, г. Томск, Россия, 634050
ORCID 0000-0001-6919-4833
Тел.: +7 (996) 205-69-95
Эл. почта: piano@tpu.ru

Янушевская Марина Николаевна

Канд. пед. наук, доцент каф. управления инновациями (УИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) Ленина проспект, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID 0000-0001-5940-469X
Тел.: +7 (3822) 70-17-38
Эл. почта: ymn@2i.tusur.ru

Сарсикеев Ермак Жасланович

Канд. техн. наук, PhD, зав. каф. эксплуатации электрооборудования (ЭЭО) Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина (КАТУ) Женис пр., д. 62, г. Нур-Султан, Казахстан, 010011
ORCID 0000-0002-7209-5024
Тел.: +7 (923) 418-60-50
Эл. почта: sarsikeev.ermek@yandex.ru

Galtseva O.V., Yanushevskaya M.N., Sarsikeev E.Z.

Conditions for Designing and Implementing Network Educational Programs

The modern regulatory set of documents on the organization and interaction when realizing online educational programs

is considered. The classification of network universities is described. The organizational, regulatory and methodological conditions in the process of designing and implementing network educational programs are analyzed. Networking between universities, research institutes and manufacturing companies ensures the innovative development of organizations due to the synergetic effect and mutually beneficial exchange of resources.

Keywords: Russian Federation laws, network educational program, classification of network universities, conditions for the implementation of network educational programs.

References

1. Federal Law of Russian Federation № 273-FZ adopted 29 December 2012 «Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii». Available from: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174 [Accessed: 06 November 2023]. (In Russ.)

2. Perfiliev YS, Zilberman SM, Makarov AV, et al. Osnovnye napravleniya modernizacii uchebnogo processa pri podgotovke kadrov [The main directions of modernization of the educational process in personnel training]. Tomsk: TUSUR.;2011. (In Russ.)

Olga V. Galtseva

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Division for Testing and Diagnostics, Engineering School of

Non-destructive Testing and Diagnostics, Tomsk Polytechnic University (TPU)

30, Lenina prosp, Tomsk, Russia, 634050

ORCID (0000-0001-6919-4833)

Phone: +7 (996-2) 05-69-95

Email: piano@tpu.ru

Marina N. Yanushevskaya

Candidate of Pedagogical Sciences, Assistant Professor, Department of Innovation Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

ORCID (0000-0001-5940-469X)

Phone: +7(382-2) 70-17-38

Email: ymn@2i.tusur.ru

Ermek Z. Sarsikeev

Candidate of Engineering Sciences, Head of the Department, Department of Electrical Equipment Operating, Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin

62, Zhenis prosp., Nur-Sultan, Kazakhstan, 010011

ORCID (0000-0002-7209-5024)

Phone: +7 (923-4) 18-60-50

Email: sarsikeev.ermek@yandex.ru

УДК 339.9

О.В. Гальцева, Ю.О. Лобода, М.Е. Антипин, С.В. Бордунов

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ЭКОСИСТЕМА НОВОГО ТИПА ВУЗА

В современном мире происходят постоянные изменения, которые влекут за собой исчезновение некоторых профессий. Эти процессы напрямую касаются сферы образования, что породило вопросы, связанные с наличием в новых условиях компетентных специалистов. Чтобы вписаться в новые условия, требуется образование нового типа, которое бы реализовывало новый формат получения знаний и опыта. Тогда ответом на поставленные вызовы является предложение создать образовательную экосистему вуза, которая включит в себя несколько элементов, один из которых – сетевое обучение. Приводятся характеристики профессионального образовательного продукта вуза. Показано, что образовательные учреждения должны не только готовить будущих работников (актеров профессиональных и академических сетей, в которые вовлечен вуз), но и в сотрудничестве с предприятиями участвовать в процессе повышения квалификации уже работающих специалистов, а также в их переподготовке.

Ключевые слова: экосистема, образование нового типа, условия, развитие, цели, образовательный продукт, сетевое образование.

Существующий мир постоянно развивается. В последнее время мы наблюдаем существенные изменения, связанными с технологиями, роботизацией и информатизацией. Эти изменения также затрагивают рынок труда, где происходит исчезновение некоторых профессий.

Развитие технологий и техники прежде всего направлено на улучшение и облегчение жизни каждого из нас. Например, уже сегодня мы можем оплачивать платежи через интернет, и этот простой шаг лишает множество людей рабочих мест.

Считается неизбежным, что исчезнут или модифицируются сотни профессий и специальностей. Согласно [1] к 2030 году отечественный рынок труда избавится от 57 вполне успешно существующих сегодня профессий, взамен которых придут новые 186 специальностей. Этому способствует цифровизация во всех сферах жизни. При этом доля ручного и монотонного умственного труда будет уменьшаться – и это лишь вопрос времени.

Понятно, что и требования ко многим профессиям также будут существенно пересматриваться: если раньше рисковали остаться без работы именно люди, занимающиеся ручным трудом, то сегодня под угрозой находятся специалисты с высшим образованием. В этих новых условиях человеку придется сменить несколько профессий в течение жизни.

Для многих работников будет сложно справиться с этой ситуацией, поскольку им, возможно, потребуется не только сменить профессию, но и, вероятно, переквалифицироваться. По видимости, эти изменения будут связаны с информационно-коммуникационными технологиями (ИКТ), поскольку «цифровые» кадры являются стратегическим активом нашей страны [2].

Знания быстро устаревают и требуют постоянного обновления и совершенствования, как в рамках профессии, так и в смежных областях деятельности.

Обладание актуальными знаниями высоко востребовано на рынке труда, и успеха достигнет тот, кто

не упустит возможности для обучения. Непрерывное обучение (long-life learning) будет образом жизни [3-4]. Сегодня технологии позволяют это сделать из любой точки мира и под любые запросы.

Назрел вопрос: где брать компетентных специалистов для условий цифрового будущего? Этот вопрос ставит перед работниками образования новые задачи. В условиях новой реальности требуется образование нового типа, даже можно заявить, что это образование будущего.

Для понимания ситуации рассмотрим основные характеристики профессионального образовательного продукта вуза (рис. 1).



Рис. 1. Характеристики профессионального образовательного продукта вуза

Исходя из данных рис. 1, можно заявить, приведенные характеристики не являются исключительно при-

кладными или практическими. Для развития личности необходимы также и фундаментальные теоретические знания, которые подкрепляются путем саморазвития. Представители предприятий в свою очередь заявляют, что их не интересуют узкоспециализированные выпускники.

Таким образом, не только активная включенность обучающегося в профессиональные сети, но и возможность обмена информацией и приобретения им знаний в академических сетях является залогом возвращения специалиста с комплексными знаниями.

Для реализации вышесказанного нужно внедрять образовательную экосистему (ОЭ) нового типа, позволяющую непрерывно обучаться и переобучаться с использованием различных образовательных форматов, получая при этом актуальные современные знания, но и быть также саморазвивающейся, саморегулирующейся системой.

В [5] отмечается, что еще в ОЭ применяются новые методики с использованием информационных технологий и цифровых ресурсов, что трансформирует формы преподавания с жестко закрепленных на гибкие, когда обучающимся предоставляется выбор места и времени обучения (self-paced learning).

Далее рассмотрим, что лежит в основе такой экосистемы.

Смешанное обучение

В основе такой экосистемы будет присутствовать смешанное обучение (blended learning). На данный момент существует множество инструментов для взаимодействия преподавателя и обучающегося в сети: от тестовых заданий (с применением искусственного интеллекта) до тренажеров виртуальной реальности с игровой адаптацией к рабочим задачам, в первую очередь, в сегменте корпоративного обучения.

Помимо удобного времени обучения, у преподавателя также сокращается время на проверку заданий, при этом появляется возможность направить это время на другие сферы.

Сетевое обучение

В основе такой экосистемы будет также сетевое обучение [6], обеспечивающее организацию всестороннего партнерства на различных уровнях системы образования.

Сегодня под сетевым взаимодействием понимается система горизонтальных и вертикальных связей, обеспечивающая доступность качественного образования для всех категорий граждан, вариативность образования, открытость образовательных организаций, повышение профессиональной компетентности педагогов и использование современных ИКТ-технологий [7].

В настоящее время сетевое взаимодействие является одним из мощных ресурсов инновационного образования, основанного на следующих принципах:

- ◆ сеть – это возможность продвижения продуктов инновационной деятельности на рынок образователь-

ных услуг и, таким образом, получения дополнительного финансирования;

- ◆ сетевое взаимодействие позволяет усиливать ресурс любого инновационного учреждения за счет ресурсов других учреждений. Сеть помогает найти прецеденты, получить экспертизу собственных разработок, расширить перечень образовательных услуг для студентов, в том числе посредством реализации образовательных программ в сетевой форме.

Таким образом, сеть всегда является результатом проектного замысла (project-based learning), поскольку стороны должны участвовать в едином целеполагании, согласовывать механизмы и схемы взаимодействия, договариваться о результатах деятельности.

Выпускники университетов более чем кто-либо другой стремятся к созданию и поддержанию сетевого взаимодействия. Это и понятно: они осознают, что станут в будущем важной частью профессиональных и академических сетей, включая университет.

В свою очередь университеты и промышленный сектор будут иметь обратную связь от будущих специалистов, которая и обеспечивает целостность сетевого взаимодействия.

Кроме того, следует отметить, что качество подготовки специалистов напрямую зависит от характеристик сетевого пространства и позиции университета в академических и профессиональных сетях, а также от доступности для студентов сетевых ресурсов.

Большие данные

Цифровизация всех областей жизни коснулась и процесса обучения. Обладая цифровой информацией об обучающемся (навыки, интересы, показатели процесса обучения) и имея измеримые результаты обучения, можно управлять процессом обучения и промежуточными точками с большой точностью. Такая информация об участниках образовательного процесса представляет собой большие данные (big data).

Вовлечение в процесс

В свете этих задач важны все методы, способствующие более глубокому вовлечению учащихся в учебный процесс и поддержанию их активности.

Заключение

Исходя из вышесказанного, необходимо предоставлять учебным заведениям больше свободы в разработке образовательных программ, а также внедрять современные методики и инструменты, которые помогут преподавателям приобретать новые навыки, способствующие более эффективному обучению студентов.

Учитывая тот факт, что технологические циклы на предприятиях устаревают всего за несколько лет, образовательные учреждения должны готовить не только будущих специалистов, но также сотрудничать с предприятиями в процессе повышения квалификации уже работающих специалистов, а также участвовать в их переподготовке. То есть реализация сетевой деятель-

ности является важным условием для того, чтобы университет мог адекватно отвечать на реальные потребности общества и государства.

Литература

1. «Исчезающий вид»: профессии, уходящие в прошлое. URL: <https://careerist.ru/news/ischezayushhij-vid-professii-uxodyashhie-v-proshloe.html> (дата обращения: 03.11.2023).
2. Развитие технологий и трансформация профессий: что ждет российский рынок труда? URL: <https://spravochnik.rosmintrud.ru/storage/app/media/uhodyashie%20ppofeccii.pdf> (дата обращения: 06.10.2023).
3. Карьерные компетенции выпускника вуза в условиях VUCA-мира / О.В. Гальцева, В.В. Кузнецов, Г.Н. Нариманова, И.В. Плотникова // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти: материалы междунауч.-метод. конф. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2022. В 2 ч. Ч. 2. С. 126–129.
4. Чему нужно учиться сегодня, чтобы быть востребованным завтра. URL: <https://hightech.fm/2017/11/02/polehin-riw> (дата обращения: 03.11.2023).
5. Олейников Б.В., Подлесный С.А. О концепции «эко-система обучения» и направлениях развития информатизации образования // Знание. Понимание. Умение. 2013. № 4. С. 84–91.
6. Вайндорф-Сысоева М.Е., Субочева М.Л. Образовательная экосистема: терминологический аспект // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2021. № 4 (44). С. 5–11.
7. Сетевое взаимодействие в образовании. URL: <https://d-umu.udsu.ru/soprovozhdenie-uchebnogo-protsesta/setevoe-vzaimodejstvie-v-obrazovanii> (дата обращения: 14.11.2023).

Гальцева Ольга Валерьевна

Канд. техн. наук, доцент каф. управления инновациями (УИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID 0000-0001-6919-4833
Тел.: +7 (996) 205-69-95
Эл. почта: olga.v.galtseva@tusur.ru

Лобода Юлия Олеговна

Канд. пед. наук, доцент каф. управления инновациями (УИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID 0000-0002-7413-4250
Тел.: +7 (961) 887-55-42
Эл. почта: yulloboda@gmail.com

Антипин Михаил Евгеньевич

Канд. физ.-мат. наук, доцент каф. управления инновациями (УИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID 0000-0002-4439-9928
Тел.: +7 (903) 913-10-65
Эл. почта: ame@2i.tusur.ru

Бордунов Сергей Владимирович

Канд. техн. наук, директор ООО «Научно-внедренческое предприятие «ЭЧТЕХ»
Академический пр., д. 4/3, 107 офис, г. Томск, Россия, 634055
Тел.: +7 (991) 391-75-92
Эл. почта: sbordunov@yandex.ru

Galtseva O.V., Loboda Yu.O., Antipin M.E., Bordunov S.V.

Educational Ecosystem of a New University Type

In the modern world, there are some changes that result in the disappearance of some professions. It directly relates to the field of education thus raising the questions of training the competent specialists in the new conditions. To fit into the new conditions, a new type of education is required, which would implement a new format for obtaining knowledge and experience. The answer to the formulated questions is a proposal to create a university educational ecosystem, which will include several elements, one of which is network learning. The characteristics of the university professional educational product are given. It is shown that educational institutions should not only train future employees (the authors of professional and academic networks in which the university is involved), but also, in cooperation with enterprises, participate in the process of professional development of already working specialists, as well as in their retraining.

Keywords: ecosystem, new type education, conditions, development, goals, education product, network education.

References

1. «Ischezayushchij vid»: professii, uhodyashchie v proshloe [‘An endangered species’: professions that are becoming a thing of the past]. Available from: <https://careerist.ru/news/ischezayushhij-vid-professii-uxodyashhie-v-proshloe.html> [Accessed 03 November 2023]. (In Russ.)
2. Razvitie tekhnologij i transformaciya professij: chto zhdet rossijskij rynek truda? [Development of technologies and transformation of professions: what awaits the Russian labor market?]. Available from: <https://spravochnik.rosmintrud.ru/storage/app/media/uhodyashie%20ppofeccii.pdf> [Accessed: 06 October 2023]. (In Russ.)
3. Galtseva OV, Kuznetsov VV, Narimanova GN, Plotnikova IV. Kar'ernye kompetencii vypusknika vuza v usloviyah VUCA-mira [Career competencies of a university graduate in the conditions of the VUCA-world]. *Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii [Modern education: integration of education, science, business and government. Proc. of the international scientific and meth-odological conference]. Tomsk. TUSUR. 2022;(2):126-129.* (In Russ.)
4. Chemu nuzhno učit'sya segodnya, chtoby byt' vostrebovannym zavtra [What you need to learn today to be in demand tomorrow]. Available from: <https://hightech.fm/2017/11/02/polehinriw> [Accessed: 03 November 2023]. (In Russ.)
5. Oleynikov BV, Podlesny SA. O koncepcii «ekosistema obucheniya» i napravleniyah razvitiya informatizacii obrazovaniya [About the concept of “learning ecosystem” and directions for the development of informatization of education]. *Znanie. Poniwanie. Umenie. [Knowledge. Understanding. Skill.]. 2013;(4)84–91.* (In Russ.)

6. Weindorf-Sysoeva ME, Subocheva ML. Obrazovatel'naya ekosistema: terminologicheskij aspekt Educational ecosystem: terminological aspect]. Professional'noe obrazovanie v Rossii i za rubezhom [Professional education in Russia and abroad]. 2021;4(44):5-11. (In Russ.)

7. Setevoe vzaimodejstvie v obrazovanii [Networking in Education]. Available from: <https://d-umu.udsu.ru/soprovozhdenie-uchebnogo-protssesa/setevoe-vzaimodejstvie-v-obrazovanii> [Accessed: 14 November 2023)]. (In Russ.)

Olga V. Galtseva

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Department of Innovation Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0001-6919-4833)
Phone: +7 (996-2) 05-69-95
Email: olga.v.galtseva@tusur.ru

Yuliya O. Loboda

Candidate of Pedagogical Sciences, Assistant Professor, Department of Innovation Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0002-7413-4250)
Phone: +7(382-2) 701-738
Email: yulloboda@gmail.com

Mikhail E. Antipin

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of Innovation Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID 0000-0002-4439-9928
Phone: +7 (903-9) 13-10-65
Email: ame@2i.tusur.ru

Sergey V. Bordunov

Candidate of Engineering Sciences, Head of Enterprise, Public Corporation Scientific-Innovation Enterprise 'Echteh'
107, Academicheskij prosp., Tomsk, Russia, 634055
Phone: +7 (991-3) 391-75-92
Email: sbordunov@yandex.ru

УДК 371

Т.А. Байгулова, Н.С. Бирюкова, Е.П. Губин

СЕТЕВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ БОЛЬШОГО УНИВЕРСИТЕТА ТОМСКА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Рассматривается уровень осведомленности студентов о проекте «Большой университет Томска», представлены формы и идеи развития взаимодействия участников Большого университета Томска с точки зрения студентов.

Ключевые слова: сетевое взаимодействие, Большой университет Томска, инфраструктура, объединение, идеи для развития.

В настоящее время перед каждым университетом стоит задача подготовки конкурентоспособных кадров в различных отраслях для будущего развития России. В связи с этим поднимается вопрос о создании новых инструментов, позволяющих подготовить высококвалифицированные кадры. Одним из таких инструментов является развитие сетевых форм и сетевого взаимодействия университетов и иных организаций.

В соответствии со статьей 15 Федерального закона от 29.12.2012 № 272-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» сетевая форма реализации образовательных программ обеспечивает возможность их освоения обучающимся, а кроме того, отдельных учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных компонентов, предусмотренных этими программами, с использованием ресурсов нескольких организаций, осуществляющих образовательную деятельность, включая иностранные, а также при необходимости с использованием ресурсов иных организаций [1].

Это определение позволяет понять, что сетевая форма подготовки в первую очередь направлена на образовательную составляющую процесса: студент должен стать профессионалом в своей области.

Сетевое взаимодействие – это деятельностное партнерство, создаваемое и поддерживаемое центрами активности и каналами связи. Участие в сетевом взаимодействии подразумевает ряд договоренностей, т.е. осуществление совместных действий, использование ресурсов и компетенций множества самостоятельных институциональных участников для совместного достижения целей каждого из участников [2].

Данное понятие более обширное и может включать в себя взаимодействие, ориентированное в том числе на социальное и воспитательное направления, создание и развитие социальных связей, обеспечение совместного внеучебного времяпрепровождения и т.д.

По пути сетевого взаимодействия идут и томские университеты. Долгосрочные партнерские отношения позволили в 2019 г. открыть проект «Большой университет Томска» (БУТ), необходимый для повышения конкурентоспособности томского образования и науки в России и мире, а также для развития Томска как города-университета [3].

В 2021 г. участники проекта «Большой университет Томска» подписали Хартию проекта, в которой были отражены следующие направления взаимодействия:

- ◆ создание и реализация совместных образовательных программ;
- ◆ проведение совместных НИР для постановки и решения междисциплинарных научно-технических задач;
- ◆ формирование научной и образовательной инфраструктуры мирового уровня;
- ◆ повышение привлекательности и эффективности аспирантуры;
- ◆ повышение уровня комфортности и безопасности инфраструктуры для учёбы, работы, проживания и досуга студентов;
- ◆ поощрение участия обучающихся и сотрудников в совместных проектах;
- ◆ обеспечение «внутренней мобильности»;
- ◆ согласованная политика по формированию международного бренда «Большой университет Томска».

Несмотря на достаточно длинную историю успешного взаимодействия томских университетов, в настоящее время результаты данной работы не известны студентам или их знания о данной деятельности невелики.

Поэтому цель данной работы – определение уровня осведомленности студентов о проекте «Большой университет Томска» и сбор их предложений о том, в каком направлении данному проекту стоит развиваться.

В рамках рассматриваемого вопроса было решено совместно со студентами третьего курса факультета инновационных технологий, используя метод анализа конкретной ситуации, исследовать нынешнее состояние сетевого взаимодействия университетов в рамках Большого университета Томска и определить потенциальные векторы развития данного взаимодействия.

Студентами были выделены следующие направления, которые следует активно развивать в рамках Большого университета Томска.

1. *Образовательный процесс.* Сейчас активно проводятся общедоступные вебинары, лекции, мастер-классы, форумы. Открыты для посещения площадки на базе университетов, которые могут посетить студенты вузов, входящих в БУТ [4].

Идеи для развития

1.1. Дать возможность студентам разных вузов получать дополнительное высшее образование по интересующим направлениям подготовки БУТ.

1.2. Иметь возможность выбирать научного руководителя и/или консультанта из профессорско-преподавательского состава БУТ для выполнения выпускной квалификационной работы.

2. *Научно-исследовательская и проектная деятельность.* В настоящий период студенты имеют возможность объединяться со студентами других вузов для создания образовательных проектов.

Идеи для развития

2.1. Организовать открытую площадку для возможности коммуникации студентов, заинтересованных в научной деятельности.

2.2. Организовать открытый доступ (по записи) к лабораториям и оборудованию университетов-участников БУТ, так как иногда для реализации или проверки идеи может не хватить ресурсов одного вуза.

3. *Реализация совместных мероприятий между университетского уровня.* В настоящий момент реализуются общеуниверситетские мероприятия, такие как студенческая весна и открытые мероприятия (масленица, День радио и т.д.).

Порой у студентов возникают сложности при поиске информации о дополнительных мероприятиях, работе других студенческих организаций или возможностях для развития своих навыков. А организация студенческих фестивалей/ярмарок может помочь в решении этой проблемы, предоставляя студентам шанс встретиться, обменяться знаниями и опытом со студентами других университетов, а также расширить свои горизонты.

Идеи для развития

3.1. Проводить совместные мероприятия в формате взаимодействия первичных профсоюзных организаций студентов (ППОС) – участников БУТ. Каждое подразделение ППОС университетов реализует интересные мероприятия, но нет взаимодействия и обмена опытом.

3.2. Проведение совместных мероприятий влечет за собой обмен опытом. Ответственными за мероприятие могут быть лица, на чьей площадке оно проводится, либо те, кто инициировал создание мероприятия.

4. *Информационное пространство* – совокупность источников получения информации о деятельности в рамках взаимодействия томских университетов.

На данный момент существуют два основных информационных ресурса:

- ◆ Телеграмм-канал – новости и информация преподносятся большей частью в виде монолитного текста, что усложняет восприятие. Действует рубрика «Дайджест» – сводка главных новостей за неделю и информация по научным конференциям;

- ◆ сайт БУТ – многие разделы не доработаны, некоторая информация неактуальна или дублирована из телеграмм-канала.

Идеи для развития

4.1. Предложения для ведения телеграмм-канала: ввести развлекательные рубрики, розыгрыши для привлечения аудитории в канал, использовать хэштеги и визуализацию. Также на основе телеграмм можно создать бота, который будет присылать информацию о тех категориях постов, которые указал студент. Это разделение по интересам позволит студенту удобно отслеживать именно ту информацию, которая ему полезна и интересна. Популяризовать канал среди студентов можно при помощи публикации в группах университетов, розыгрышей. Создание общего стиля канала и дизайна привлечет внимание студентов.

4.2. Создание и активное ведение сообщества ВК. Это самая популярная социальная сеть в России после YouTube [5], многие студенты получают информацию о различных мероприятиях именно от тематических сообществ в ВК. Создание такого сообщества будет способствовать привлечению аудитории, тем самым повысив узнаваемость проекта.

Отвечать за данное сообщество может инициативная группа студентов (со всех университетов, входящие в проект БУТ), которые будут заниматься наполнением и продвижением сообщества, это повысит уровень взаимодействия между вузами. Наличие такого сообщества позволит «зеркалить» интересные записи с основных сообществ вузов, входящих в БУТ, в сообщества самих университетов, тем самым будет увеличиваться охват аудитории.

4.3. Создание дополнительной вкладки на официальном сайте БУТ. Вузы сталкиваются с проблемой информирования о курсах дополнительного образования и общих проектах. Идея создания дополнительной вкладки на сайте, которая будет включать актуальную информацию по различным курсам и групповым проектам для студентов и преподавателей, позволит расширить свой учебный опыт путем изучения доп. курсов и участия в проектах, организованных командами студентов из разных университетов. Таким образом, это будет сайт, включающий информацию о межвузовских ГПО-проектах и курсах (очные/онлайн).

4.4. Мерчандайзинг является важным инструментом маркетинга и продвижения продукции или услуг организации. Создание новых и общих позиций продукции с трендовым дизайном БУТ, чтобы студенты могли купить или получить мерч, повысит уровень интереса и узнаваемости БУТ. Необходимо лишь выявить популярные позиции мерча и прописать условия его получения.

5. *Нетворкинг* – развитие пространства для формирования долгосрочных профессиональных связей студентов.

Идеи для развития

5.1 Создание совместных занятий/митапов факультетов (направлений).

В университетах существует множество схожих направлений, например направление подготовки «Инноватика» есть в ТУСУРе, ТГУ и ТПУ. Было бы интересно узнать, как происходит обучение по данному направлению в других университетах. Кроме того, есть много базовых предметов: философия, экономика и т.д., которые ведут одни и те же преподаватели в разных университетах. Было бы неплохо попробовать практику объединения нескольких групп одного потока в университете, а также групп различных университетов. Это позволит обрести новые знакомства и наладить коммуникацию между студентами разных вузов.

5.2 Объединение инфраструктуры. Иногда инфраструктура вузов и научных центров используется неэффективно. Пользование общей инфраструктурой позволяет оптимизировать затраты и ресурсы, повысить качество услуг и исследований, а также обеспечить более эффективное использование пространства.

Для успешной реализации идеи пользования общей инфраструктурой необходимо:

- ◆ определить общие потребности и ресурсы: все участники проекта должны проанализировать свои потребности и ресурсы, чтобы определить, какие инфраструктурные объекты и услуги могут быть общими;

- ◆ создать механизмы сотрудничества: установить четкие процедуры и механизмы сотрудничества между участниками проекта. Это может включать соглашения о совместном использовании пространства, оборудования, информационных технологий и других ресурсов;

- ◆ стимулировать взаимодействие и обмен знаниями и опытом. Это можно осуществить через организацию общих мероприятий, семинаров, конференций и других форм коллаборации.

В заключение хотелось бы сказать, что студенты заинтересованы в объединении ресурсов, создании сетевых программ между вузами для развития своих soft и hard skills, им интересен опыт взаимодействия со своими сверстниками и, возможно, будущими коллегами.

Литература

1. Об образовании в Российской Федерации : Федер. закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 04.08.2023). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/499cc91f8e852d6839d4de3b173bb4953a33419c/ (дата обращения: 08.11.2023).

2. Симонова А.А., Дворникова М.Ю. Понятие сетевого взаимодействия образовательных организаций // Педагогическое образование в России. 2018. № 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-setevogo-vzaimodeystviya-obrazovatelnyh-organizatsiy> (дата обращения: 08.11.2023).

3. О проекте «Большой университет Томска» : [сайт]. URL: <https://university-tomsk.ru/#rec535951628> (дата обращения: 08.11.2023).

4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации : [сайт]. URL: <https://minobrnauki.gov>.

[ru/press-center/news/obrazovanie/57358/](https://press-center/news/obrazovanie/57358/) (дата обращения: 09.11.2023).

5. Куликова О.М., Тропынина Н.Е. Социальные сети как актуальный инструмент продвижения товаров и услуг // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2020. № 5 (47). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnye-seti-kak-aktualnyy-instrument-prodvizheniya-tovarov-i-uslug> (дата обращения: 09.11.2023).

Байгулова Татьяна Алексеевна

Ст. преподаватель каф. управления инновациями (УИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т 40, г. Томск, Россия, 634050

ORCID 0000-0001-6611-6514

Тел.: +7 (923) 430-90-05

Эл. почта: tatiana.a.baigulova@tusur.ru

Бирюкова Наталья Сергеевна

Ассистент каф. управления инновациями (УИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т 40, г. Томск, Россия, 634050

Тел.: +7 (953) 927-37-23

Эл. почта: natalia.s.biryukova@tusur.ru

Губин Евгений Петрович

Доцент каф. управления инновациями (УИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т 40, г. Томск, Россия, 634050

Тел.: +7 (983) 34298-12

Эл. почта: evgenii.p.gubin@tusur.ru

Baygulova T.A, Biryukova N.S., Gubin E.P.

Networking of Tomsk Big University from Students' Points of View

The level of students' knowledge about Tomsk Big University project is considered. The forms and ideas of developing interaction between participants of Tomsk Big University from the students' points of view are presented.

Keywords: network interaction, Tomsk Big University, infrastructure, association, ideas for development.

References

1. Federal Law of Russian Federation № 273-FZ adopted 29 December 2012 «Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii». Available from: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174 [Accessed: 08 November 2023]. (In Russ.)

2. Simonova AA, Dvornikova MYu. Ponyatie setevogo vzaimodejstviya obrazovatel'nyh organizacij [The concept of network interaction of educational organizations]. Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii [Pedagogical education in Russia]. 2018;(5). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-setevogo-vzaimodeystviya-obrazovatelnyh-organizatsiy> [Accessed: 08 November 2023]. (In Russ.)

3. O proekte «Bol'shoj universitet Tomsk» [About the project 'Big University of Tomsk']. Available from: <https://university-tomsk.ru/#rec535951628> [Accessed: 08 November 2023]. (In Russ.)

4. Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Rossijskoj Federacii [Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation]. Available from: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/obrazovanie/57358/> [Accessed: 08 November 2023]. (In Russ.)

5. Kulikova OM, Tropynina NE. Social'nye seti kak aktual'nyj instrument prodvizheniya tovarov i uslug [Social networks as a relevant tool for promoting goods and services]. *Innovacionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya* [Innovative economics: prospects for development and improvement]. 2020;5(47). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnye-seti-kak-aktualnyy-instrument-prodvizheniya-tovarov-i-uslug> [Accessed: 09 November 2023]. (In Russ.)

Tatiana A. Baigulova

Senior Lecturer, Department of Innovation Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0001-6611-6514)
Phone: +7 (923-4) 30-90-05
Email: tatiana.a.baigulova@tusur.ru

Natalia S. Biryukova

Assistant, Department of Innovation Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (953-9) 27-37-23
Email: natalia.s.biriukova@tusur.ru

Evgeny P. Gubin

Associate Professor, Department of Innovation Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (983-3) 42-98-12
Email: evgenii.p.gubin@tusur.ru

УДК 378.147

Н.С. Бирюкова, О.В. Гальцева, Ю.О. Лобода, Т.А. Байгулова

ВЛИЯНИЕ РЫНКОВ НТИ НА ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ НОВЫХ МОДЕЛЕЙ ОБУЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВУЗОВ

Рассматриваются национальные программы в области образования и науки, призванные готовить высококвалифицированные кадры для развития приоритетных направлений Национальной технологической инициативы. В рамках данной программы рассматриваются такие проекты, как центры компетенций НТИ, цифровые кафедры, передовые инженерные школы, реализация сетевых программ подготовки, сетевая аспирантура.

Ключевые слова: университет, сетевое взаимодействие, Национальная технологическая инициатива, сетевые программы.

В настоящее время при активном развитии рынков НТИ необходимо быстро реагировать на изменения внешней среды и готовить высококвалифицированные кадры в высших образовательных учреждениях как для дальнейшего развития данной отрасли, так и для возможности свободно взаимодействовать с инновационными разработками и осваивать новые рынки. Подготовить таких специалистов с учетом ресурсов одного вуза иногда не представляется возможным. Следовательно, требуются современные инструменты и методы, позволяющие студентам изучать сквозные технологии НТИ, опираясь на опыт ведущих практиков и учёных, охватывая общее, профессиональное и дополнительное образование. Это необходимо для развития России в рамках четвертой промышленной революции. Поэтому на уровне государства создаются и осуществляются такие программы, как «Национальная технологическая инициатива» (рис. 1), «Цифровая экономика», «Наука», «Образование», «Приоритет 2030», «Наука и образование», «Цифровая трансформация» и др. [1–10].

Динамичное развитие рынков НТИ подтверждается результатами деятельности инфраструктурных центров НТИ [11]. Роль университетов в развитии НТИ очень значима и весома. Необходимо не только готовить специалистов, но и способствовать открытию новых бизнесов, стартапов для новых рынков, а для этого требуется проводить тематические НИР и закупать новое оборудование. На рис. 2 показана роль университетов в модели НТИ.

Ориентированность образовательных организаций на удовлетворение потребностей рынка в кадрах выступает неперенным критерием конкурентоспособности вуза. Именно конкуренция подталкивает высшие учебные заведения открывать новые лаборатории, академии, чтобы готовить квалифицированных специалистов, отвечающих новым потребностям на рынке труда. Динамика по открытию учебно-лабораторных зданий, предназначенных для научно-исследовательских подразделений, представлена на рис. 3.

Учитывая современную тенденцию создания новых организационных систем внутри высших учебных заведений и внедрение новых технологий в процесс образования, можно формировать необходимые компетенции у будущих специалистов [12]. Так, в России стремительно открываются новые центры, реализуются сетевые программы подготовки кадров. Среди них особое внимание уделяется следующим программам.

1. *Центры компетенций НТИ:* в период 2017–2022 гг. было создано 24 Центра компетенций НТИ. Доход от проектов, реализуемых на базе этих центров, за 2021 г. составил 6,5 млрд рублей, а вузы, являющиеся частью центров, за год заключили более 1070 лицензионных соглашений на передачу права использования. Большинство доходов центров приходится на коммерческие заказы, что подтверждает их ориентацию на развитие и внедрение сквозных технологий НТИ в реальный сектор экономики [13].

2. *Цифровые кафедры:* программы профессиональной ИТ-подготовки в вузах, которые могут освоить студенты бакалавриата, магистратуры, специалитета или ординатуры. Всего к 2030 году дополнительную ИТ-квалификацию смогут получить 900 тысяч человек.

3. *Передовые инженерные школы (ПИШ):* на ноябрь 2023 года создано 30 передовых инженерных школ в партнерстве с высокотехнологичными компаниями.

4. *Реализация сетевых программ:* по данным Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, в настоящее время реализуется 16 программ, где обучаются 330 студентов [14].

Одним из критериев к требованию качества условий высшего образования является использование сетевых программ обучения для вариативности траекторий профессионализации и повышения конкурентоспособности. Чаще всего у вузов нет достаточного количества ресурсов для реализации комплексной программы, поэтому при симбиозе ресурсов несколь-

ких вузов и/или промышленных предприятий возникает уникальная сетевая программа.

Сетевые формы образовательных программ повысят качество преподавания в вузах и сделают их более привлекательными для абитуриентов.

При использовании гибридного формата можно создавать сетевые программы не только в рамках одного региона, но и совместно с ведущими вузами России, что может значительно повлиять на миграцию абитуриентов [15].

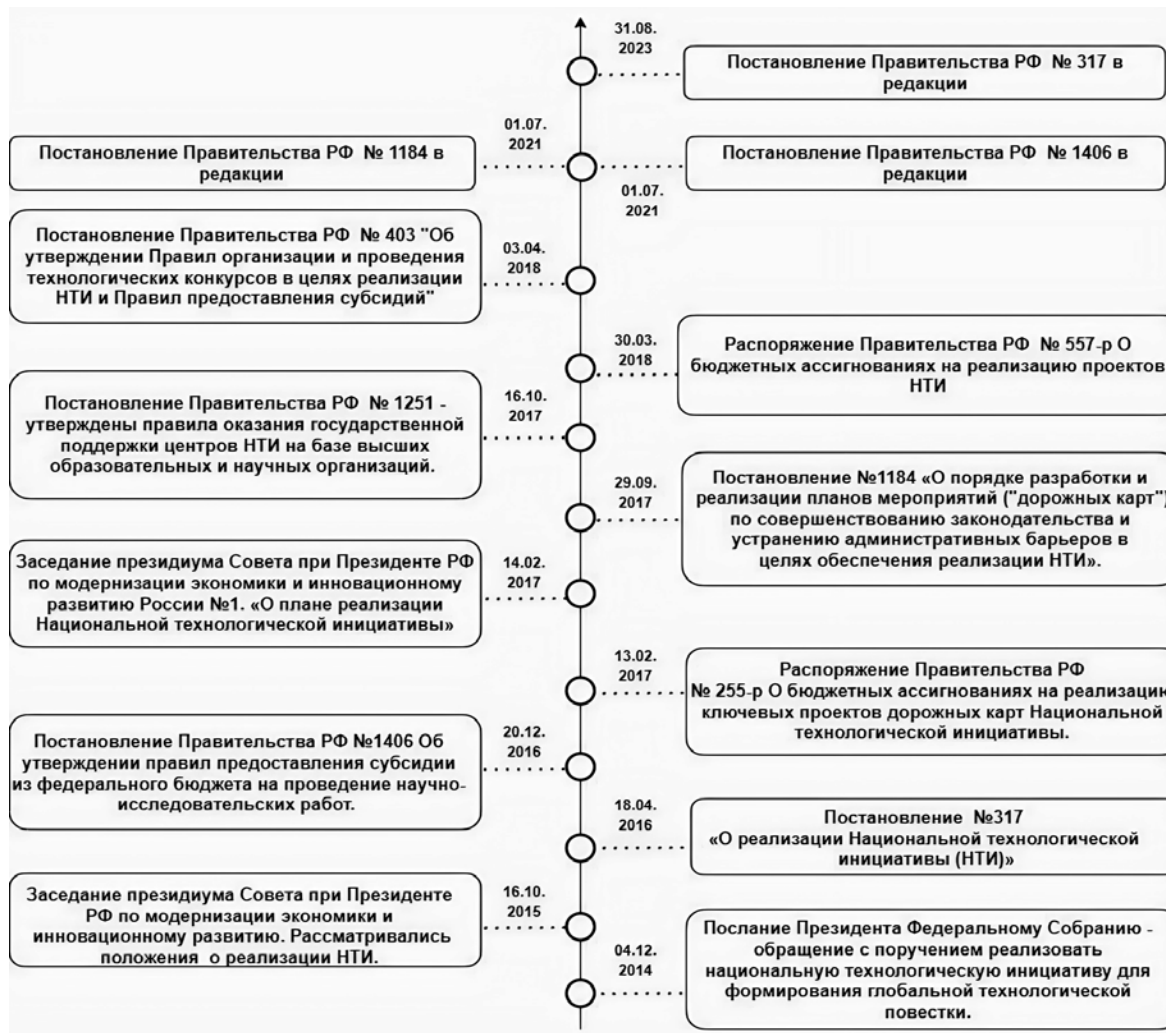


Рис. 1. Хронология развития рынков НТИ



Рис. 2. Университеты в модели развития НТИ

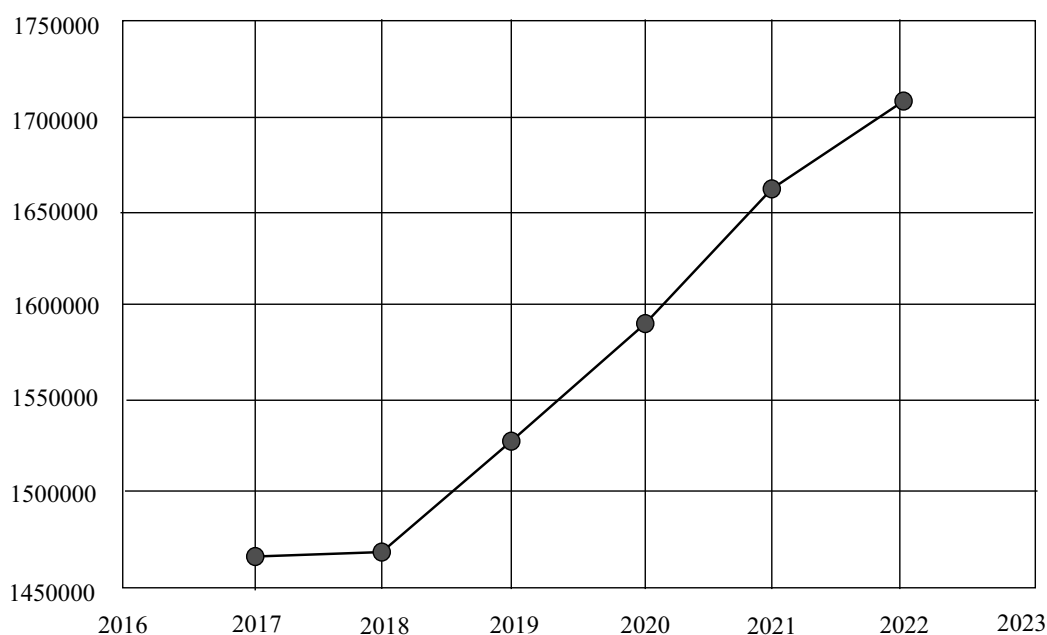


Рис. 3. Динамика открытия учебно-лабораторных зданий для научно-исследовательских подразделений

На данный момент в программе развития каждого из вузов, входящих в проект «Большой университет Томска» (БУТ), указаны следующие приоритетные направления взаимодействия:

1) развитие сетевого взаимодействия указанных организаций;

2) подготовка кадров для приоритетных направлений научно-технологического развития Российской Федерации, отраслей экономики и социальной сферы, развитие и реализация прорывных научных исследований и разработок, новых творческих и социально-гуманитарных проектов, а также внедрение в экономику и социальную сферу высоких технологий;

3) повышение международной конкурентоспособности образовательных и научных организаций за счет совместного позиционирования на мировой арене [16].

Современные научно-технологические вызовы побуждают академические учреждения расширять свои организационные системы, создавая новые формы взаимодействия и управления. В связи с этим традиционные системы управления современного университета дополняются, трансформируются и объединяются для достижения синергетического эффекта.

Так, помимо сетевых программ бакалавриата и магистратуры, которые уже активно реализуются в БУТ, развивается проект «Общая аспирантура БУТ», цель которого – создание эффективной системы подготовки аспирантов в рамках сетевого взаимодействия вузов и НИИ. Планируется организация совместных тематических Аспирантских школ, которые объединят межвузовский коллектив ученых и их аспирантов, занимающихся решением конкретной научной задачи или проблемы [16].

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Для формирования конкурентоспособных инженерных кадров, отвечающих требованиям рынка, экономики, уровню технологического развития, соответствующим векторам развития государства, университеты формируют новые модели обучения студентов.

2. Взаимодействие университетов, государства и предприятий позволяет создавать среду, которая формирует не только новые кадры, но дает возможность развития и реализации кроссфункциональных проектов, обеспечивающих внедрение новых технологий в производство.

3. Неотъемлемой частью современного образования становится сетевое взаимодействие вузов, позволяющее создать комфортные условия для работы и развития специалистов всероссийского и международного уровня.

Литература

1. О реализации Национальной технологической инициативы : Постановление Правительства [принят Гос. Думой 18.04.2016]. URL: <https://base.garant.ru/71380666/> (дата обращения: 10.11.2023).

2. Об утверждении Правил предоставления субсидии из федерального бюджета федеральному государственному бюджетному учреждению «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» на предоставление грантов юридическим лицам на проведение научно-исследовательских работ в целях реализации планов мероприятий («дорожных карт») Национальной технологической инициативы правительства : Постановление Правительства [принят Гос. Думой 20.12.2016]. URL: <https://base.garant.ru/71571564/> (дата обращения: 10.11.2023).

3. О порядке разработки и реализации планов мероприятий («дорожных карт») по совершенствованию законода-

тельства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации : Постановление Правительства [принят Гос. Думой 29.09.2017]. URL: <https://base.garant.ru/71778008/> (дата обращения: 10.11.2023).

4. Паспорт национального проекта Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. № 7) : информационно-правовой портал «Гарант». URL: <https://base.garant.ru/72296050/> (дата обращения: 10.11.2023).

5. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года : указ Президента Российской Федерации [принят Гос. Думой 21.06.2020]. URL: <https://base.garant.ru/74404210/> (дата обращения: 10.11.2023).

6. Послание Президента РФ В.В. Путина Федеральному Собранию РФ от 4 декабря 2014 г. : информационно-правовой портал «Гарант». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70711542/> (дата обращения: 10.11.2023).

7. Решения по итогам заседания президиума Совета при Президенте России по модернизации экономики и инновационному развитию : официальный сайт Правительства Российской Федерации. URL: <http://government.ru/orders/selection/401/14911/> (дата обращения: 10.11.2023).

8. О предоставлении субсидий из федерального бюджета на реализацию проектов в целях реализации планов мероприятий («дорожных карт») Национальной технологической инициативы : Распоряжение Правительства РФ [принят Гос. Думой 13.02.2017]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71510912/> (дата обращения: 10.11.2023).

9. Заседание президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России : официальный сайт Правительства Российской Федерации. URL: <http://government.ru/news/26436/> (дата обращения: 10.11.2023).

10. Об утверждении Правил предоставления субсидии из федерального бюджета на оказание государственной поддержки центров Национальной технологической инициативы на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций и Положения о проведении конкурсного отбора на предоставление грантов на государственную поддержку центров Национальной технологической инициативы на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций : Постановление Правительства [принят Гос. Думой 16.10.2017]. URL: <https://base.garant.ru/71790184/> (дата обращения: 10.11.2023).

11. Доклад о результатах деятельности инфраструктурных центров Национальной технологической инициативы в 2022 году Федерации. URL: <https://kurl.ru/IXEMU> (дата обращения: 12.11.2023).

12. Романова Г.В. Цифровизация высшего образования: новые тренды и опыт внедрения // Гуманитарные науки. 2020. № 4 (52). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-vysshego-obrazovaniya-novyye-trendy-i-opyt-vnedreniya> (дата обращения: 12.11.2023).

13. Центры компетенции НТИ : сайт Фонда Национальной технологической инициативы. URL: <https://nti.fund/support/centers/> (дата обращения: 12.11.2023).

14. В 10 российских вузах стартовало обучение по новым программам в сетевой форме : сайт Минобрнауки России.

URL: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-ministerstva/59963/> (дата обращения: 12.11.2023).

15. Модели и дидактика гибридного обучения / ГАОУ ВО МГПИУ; Д.П. Ананин, Е.В. Кашкарова. Томск: Изд-во Том. гос. ун-та, 2022. 43 с.

16. Общая аспирантура БУТ : сайт Большого университета Томска. URL: <https://university-tomsk.ru/obschaya-aspirantura-but> (дата обращения: 15.11.2023).

Бирюкова Наталья Сергеевна

Аспирант каф. управления инновациями (УИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т 40, г. Томск, Россия, 634050

Тел.: +7 (953) 927-37-23

Эл. почта: natalia.s.biriukova@tusur.ru

Гальцева Ольга Валерьевна

Доцент каф. управления инновациями (УИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т 40, г. Томск, Россия, 634050

Тел.: +7 (996) 205-69-95

Эл. почта: olga.v.galtseva@tusur.ru

Лобода Юлия Олеговна

Доцент каф. управления инновациями (УИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т 40, г. Томск, Россия, 634050

Тел.: +7 (961) 887-55-42

Эл. почта: lyo@2i.tusur.ru

Байгулова Татьяна Алексеевна

Ст. преподаватель каф. управления инновациями (УИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т 40, г. Томск, Россия, 634050

ORCID 0000-0001-6611-6514

Тел.: +7 (923) 430-90-05

Эл. почта: tatiana.a.baigulova@tusur.ru

Biryukova N.S., Galtseva O.V., Loboda Yu.O., Baygulova T.A.

Impact of NTI Markets on the Formation and Development of New Education Models with the Use of Networking between Universities

National programs in the field of education and science for training highly qualified personnel for the development of priority areas of the National Technological Initiative (NTI) are considered. The experience of organizing the projects such as NTI Competence Centers, digital departments, advanced engineering schools, implementation of network training programs, and network of postgraduate schools are presented.

Keywords: university, networking, National Technology Initiative, networking programs.

References

1. О порядке разработки и реализации планов мероприятий («дорожных карт») по совершенствованию законодательства и

ustraneniyu administrativnyh bar'erov v celyah obespecheniya realizacii Nacional'noj tekhnologicheskoy iniciativy i vnesenii izmenenij v nekotorye akty Pravitel'stva Rossijskoj Federacii : Postanovlenie Pravitel'stva [prinyat Gos. Dumoj 29.09.2017] [On the implementation of the National Technology Initiative: Government Resolution [adopted by the State. Duma 04/18/2016]. Available from: <https://base.garant.ru/71380666/> [Accessed: 10 November 2023]. (In Russ.)

2. Ob utverzhdenii Pravil predostavleniya subsidii iz federal'nogo byudzheta federal'nomu gosudarstvennomu byudzhethomu uchrezhdeniyu «Fond sodejstviya razvitiyu malyh form predpriyatij v nauchno-tekhnicheskoy sfere» na predostavlenie grantov yuridicheskim licam na provedenie nauchno-issledovatel'skih rabot v celyah realizacii planov meropriyatij («dorozhnyh kart») Nacional'noj tekhnologicheskoy iniciativy pravitel'stva: Postanovlenie Pravitel'stva [prinyat Gos. Dumoj 20.12.2016]. [On approval of the Rules for the provision of subsidies from the federal budget to the federal state budgetary institution "Fund for Assistance to the Development of Small Enterprises in the Scientific and Technical Sphere" for the provision of grants to legal entities for carrying out research work in order to implement action plans ("road maps") of the National Technology Initiative of the Government: Government Resolution [adopted by the State. Duma 12/20/2016]. Available from: <https://base.garant.ru/71571564/> [Accessed: 10 November 2023]. (In Russ.)

3. O poryadke razrabotki i realizacii planov meropriyatij («dorozhnyh kart») po sovershenstvovaniyu zakonodatel'stva i ustraneniyu administrativnyh bar'erov v celyah obespecheniya realizacii Nacional'noj tekhnologicheskoy iniciativy i vnesenii izmenenij v nekotorye akty Pravitel'stva Rossijskoj Federacii : Postanovlenie Pravitel'stva [prinyat Gos. Dumoj 29.09.2017]. [On the procedure for the development and implementation of action plans ("road maps") to improve legislation and eliminate administrative barriers in order to ensure the implementation of the National Technology Initiative and amend certain acts of the Government of the Russian Federation: By -formation of the government [adopted by the State. Duma 09/29/2017]. Available from: <https://base.garant.ru/71778008/> [Accessed: 10 November 2023]. (In Russ.)

4. Paspport nacional'nogo proekta Nacional'naya programma «Cifrovaya ekonomika Rossijskoj Federacii» (utv. protokolom zasedaniya prezidiuma Soveta pri Prezidente Rossijskoj Federacii po strategicheskomu razvitiyu i nacional'nyh proektam ot 4 iyunya 2019 g. № 7) : informacionno-pravovoj portal «Garant»Passport of the national project National Program "Digital Economy of the Russian Federation" (approved by the minutes of the meeting of the Presidium of the Council under the President of the Russian Federation for Strategic Development and National Projects dated June 4, 2019 No. 7): information and legal portal "Garant". Available from: <https://base.garant.ru/72296050/> [Accessed: 10 November 2023]. (In Russ.)

5. O nacional'nyh celyah razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda: ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii [prinyat Gos. Dumoj 21.06.2020] [On the national development goals of the Russian Federation for the period until 2030: decree of the President of the Russian Federation [adopted by the State. Duma 06/21/2020]. Available from: <https://base.garant.ru/74404210/> [Accessed: 10 November 2023]. (In Russ.)

6. Poslanie Prezidenta RF V.V. Putina Federal'nomu Sobraniyu RF ot 4 dekabrya 2014 g.: informacionno-pravovoj portal «Garant» [Message from the President of the Russian

Federation V.V. Putin to the Federal Assembly of the Russian Federation of December 4, 2014: information and legal portal "Garant"]. Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70711542/> [Accessed: 10 November 2023]. (In Russ.)

7. Resheniya po itogam zasedaniya prezidiuma Soveta pri Prezidente Rossii po modernizacii ekonomiki i innovacionnomu razvitiyu: oficial'nyj sajt Pravitel'stva Rossijskoj Federacii [Decisions following the meeting of the presidium of the Council under the President of Russia for economic modernization and innovative development: official website of the Government of the Russian Federation]. Available from: <http://government.ru/orders/selection/401/14911/> [Accessed: 10 November 2023]. (In Russ.)

8. O predostavlenii subsidij iz federal'nogo byudzheta na realizaciyu proektov v celyah realizacii planov meropriyatij («dorozhnyh kart») Nacional'noj tekhnologicheskoy iniciativy: Rasporyazhenie Pravitel'stva RF [prinyat Gos. Dumoj 13.02.2017] [On the provision of subsidies from the federal budget for the implementation of projects in order to implement action plans ("road maps") of the National Technology Initiative: Order of the Government of the Russian Federation [adopted by the State. Duma 02/13/2017]. Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71510912/> [Accessed: 10 November 2023]. (In Russ.)

9. Zasedanie prezidiuma Soveta pri Prezidente Rossijskoj Federacii po modernizacii ekonomiki i innovacionnomu razvitiyu Rossii: oficial'nyj sajt Pravitel'stva Rossijskoj Federacii [Meeting of the Presidium of the Council under the President of the Russian Federation for economic modernization and innovative development of Russia: official website of the Government of the Russian Federation]. Available from: <http://government.ru/news/26436/> [Accessed: 10 November 2023]. (In Russ.)

10. Ob utverzhdenii Pravil predostavleniya subsidii iz federal'nogo byudzheta na okazanie gosudarstvennoj podderzhki centrov Nacional'noj tekhnologicheskoy iniciativy na baze obrazovatel'nyh organizacij vysshego obrazovaniya i nauchnyh organizacij i Polozheniya o provedenii konkursnogo otbora na predostavlenie grantov na gosudarstvennyu podderzhku centrov Nacional'noj tekhnologicheskoy iniciativy na baze obrazovatel'nyh organizacij vysshego obrazovaniya i nauchnyh organizacij : Postanovlenie Pravitel'stva [prinyat Gos. Dumoj 16.10.2017] [On approval of the Rules for the provision of subsidies from the federal budget for the provision of state support to centers of the National Technology Initiative on the basis of educational organizations of higher education and scientific organizations and the Regulations on conducting competitive selection for the provision of grants for state support for the centers of the National Technological Initiative on the basis of educational organizations of higher education and scientific organizations: Decree of the Government [adopted by the State. Duma October 16, 2017]. Available from: <https://base.garant.ru/71790184/> [Accessed: 10 November 2023]. (In Russ.)

11. Doklad o rezul'tatah deyatel'nosti infrastrukturyh centrov Nacional'noj tekhnologicheskoy iniciativy v 2022 godu Federacii [Report on the results of the activities of the infrastructure centers of the National Technology Initiative in 2022 of the Federation]. Available from: <https://kurl.ru/IXEMU> [Accessed: 12 November 2023]. (In Russ.)

12. Romanova GV. Cifrovizaciya vysshego obrazovaniya: novye trendy i opyt vnedreniya [Digitalization of higher education: new trends and implementation experience]. Gumanitarnye nauki [Humanitarian Science]. 2020;4(52). Available: <https://>

cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-vysshego-obrazovaniya-novye-trendy-i-opyt-vnedreniya (date of access: 11/12/2023). (In Russ.)

13. Centry kompetencii NTI: sayt Fonda Nacional'noj tekhnologicheskoy iniciativy [NTI Competence Centers: website of the National Technology Initiative Foundation]. Available from: <https://nti.fund/support/centers/> [Accessed: 12 November 2023]. (In Russ.)

14. V 10 rossijskih vuzah startovalo obuchenie po novym pro-grammam v setевой forme: sayt Minobrnauki Rossii [In 10 Russian universities, training in new programs in online form has started: website of the Ministry of Education and Science of Russia]. Available from: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-ministerstva/59963/> [Accessed: 12 November 2023]. (In Russ.)

15. Ananin DP, Kashkarova EV. Modeli i didaktika gibridnogo obucheniya [Models and didactics of hybrid learning]. Tomsk. TSU. 2022;43. (In Russ.)

16. Obshchaya aspirantura BUT: sayt Bol'shogo universiteta Tomsk [General postgraduate school BUT: website of the Big University of Tomsk]. Available from: <https://university-tomsk.ru/obshchaya-aspirantura-but> [Accessed: 15 November 2023]. (In Russ.)

Natalia S. Biryukova

PhD student, Department of Innovation Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

Phone: +7 (953-9) 27-37-23

Email: natalia.s.biriukova@tusur.ru

Olga V. Galtseva

Associate Professor, Department of Innovation Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

Phone: +7 (996-2) 05-69-95

Email: olga.v.galtseva@tusur.ru

Yulia O. Loboda

Associate Professor, Department of Innovation Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

Phone: +7 (961-8) 87-55-42

Email: lyo@2i.tusur.ru

Tatiana A. Baigulova

Senior Lecturer, Department of Innovation Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

ORCID (0000-0001-6611-6514)

Phone: +7 (923-4) 30-90-05

Email: tatiana.a.baigulova@tusur.ru

УДК 519.2

Б.А. Воронин, А.В. Елецкая

О ПАРАМЕТРИЗАЦИИ В ЗАДАЧАХ ДЛЯ ОДНОМЕРНОЙ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ

Рассматривается параметризация нескольких задач из курса теории вероятностей для случая одномерной случайной непрерывной величины. В результате получаются относительно простые формулы, которые могут быть использованы преподавателем для обеспечения каждого студента персональным заданием и возможности быстрой их проверки. Кроме того, это дает возможность легко программировать данный тип задач, например, в среде Moodle.

Ключевые слова: теория вероятностей, одномерная непрерывная случайная величина, методика преподавания.

В ТУСУРе в настоящее время имеется довольно много различных учебников, учебно-методических пособий, учебных пособий по теории вероятностей (например, [1–3]).

Можно отметить некоторые интересные задачи и неожиданное применение достаточно стандартных приемов [4], а также обычные задачи в необычном исполнении [5].

В настоящем исследовании мы рассмотрим возможность использования параметризации нескольких задач для случая одномерной случайной непрерывной величины. В целом параметризация может быть использована не только для семинаров, контрольных и практических задач, но также и для электронных курсов в среде Moodle, как, например, в [6, 7].

Задача 1

Сначала рассмотрим простую задачу.

Случайная величина X задана функцией распределения

$$F(X) = \begin{cases} 0, & x \leq 0, \\ x^2, & 0 < x \leq 1, \\ 1, & x > 1. \end{cases}$$

Найти:

- 1) дифференциальную функцию $f(x)$ (плотность распределения),
- 2) математическое ожидание $M(X)$, дисперсию $D(X)$, среднее квадратическое отклонение $\sigma(X)$,
- 3) $P(1/2 < X < 2)$.

Решение

Найдем плотность распределения случайной величины X , вычислив производную функции распределения:

$$f(x) = F'(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0, \\ 2x, & 0 < x \leq 1, \\ 0, & x > 1. \end{cases}$$

Найдем математическое ожидание:

$$M(X) = \int f(x) \cdot x dx = \int 2x^2 dx = \left(\frac{2}{3} x^3 \right) \Big|_0^1 = \frac{2}{3}.$$

Вычислим дисперсию:

$$D(X) = \int f(x) \cdot x^2 dx - (M(X))^2 = \int 2x^3 dx - \frac{4}{9} = \frac{1}{18}.$$

Среднее квадратическое отклонение

$$\sigma(X) = \sqrt{D(X)} = \frac{1}{3\sqrt{2}} \approx 0,236.$$

Найдем вероятность $P(1/2 < X < 2)$ по известной формуле

$$P(1/2 < X < 2) = F(2) - F(1/2) = 1 - (1/2)^2 = 3/4.$$

Построим графики функции и плотности распределения случайной величины X (рис. 1, 2).

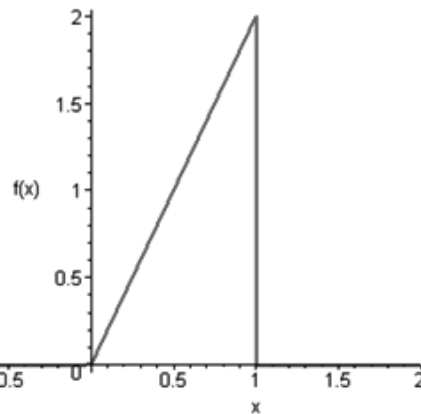


Рис. 1. График функции плотности распределения $f(x)$

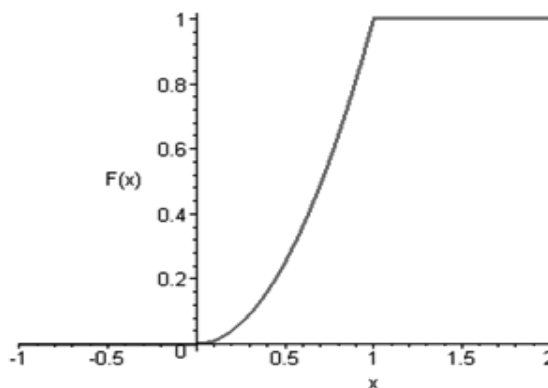


Рис. 2. График функции распределения $F(x)$

Задача 1 с параметрами

Случайная величина X задана функцией распределения

$$F(X) = \begin{cases} 0, & x \leq 0, \\ x^2, & 0 < x \leq b, \\ A, & x > b, \end{cases}$$

где A и b являются параметрами. Пусть $A > 0$ и $b > 0$.

Найти:

1) дифференциальную функцию $f(x)$ (плотность распределения),

2) математическое ожидание $M(X)$, дисперсию $D(X)$, среднее квадратическое отклонение $\sigma(X)$,

3) $P(1/2 < X < 2)$,

4) построить графики функции и плотности распределения.

Решение

Понятно, что $A = \text{const} = 1$ по определению функции распределения. Найдем плотность распределения случайной величины X :

$$f(x) = F'(X) = \begin{cases} 0, & x \leq 0, \\ 2x, & 0 < x \leq b, \\ 0, & x > b. \end{cases}$$

Определим математическое ожидание:

$$M(X) = \frac{2}{3}b^3.$$

Найдем дисперсию:

$$D(X) = \frac{b^4}{2} - \frac{4}{9}b^6.$$

Вычислим вероятность $P(1/2 < X < 2)$ по известной формуле

$$P(1/2 < X < 2) = F(2) - F(1/2).$$

Возможны 2 варианта:

1. $0 < b < 1/2$, тогда $P(1/2 < X < 2) = F(2) - F(1/2) = 1 - 1 = 0$.

2. $b \geq 1/2$, тогда $P(1/2 < X < 2) = F(2) - F(1/2) = 1 - 1/4 = 3/4$.

Необходимо, чтобы данное условие определялось заранее при постановке задачи.

Задача 2

Дана плотность распределения вероятностей случайной величины X

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0, \\ Ax, & 0 < x \leq n, \\ 0, & x > n. \end{cases}$$

Параметр n в настоящем случае будет целым числом в диапазоне значений $2 < n < 20$. В нотации Moodle, чтобы n была переменной, она должна указываться в скобках при написании кода ($n=\{n\}$).

Найти:

1) константу A ,

2) $F(1/4)$,

3) $F(3/4)$,

4) $P(1/4 < X < 3/4)$,

5) $M(X)$,

6) $D(X)$.

Студенты должны отметить 6 ответов. Чтобы число значений было больше, можно сделать дополнительные (неправильные) варианты. Причем они могут быть как постоянными, так и переменными. Для переменных также необходимо вводить формулы. Требование для студентов сформулировано следующим образом: «Отметьте 6 правильных значений из 16 предложенных». Каждый правильный ответ имеет вес +16,67%, что составляет шестую часть от 100%. Можно разбить оценку – за мат. ожидание давать меньше, за дисперсию больше и т. п. Неправильные ответы должны иметь отрицательный вес, например –10%, так как если они будут иметь нулевой вес, то студент, отметивший все варианты, автоматически получает высший балл за задачу. В таблице 1 приводятся правильные ответы для задачи 2, в таблице 2 – примеры неправильных ответов, которые могут быть как постоянными, так и изменяемыми в зависимости от значения $\{n\}$. Если за неправильный ответ давать –10%, то, отметив все ответы, студент получит ноль.

Таблица 1

Правильные ответы для задачи 2

Обозначения	Moodle	%
A	$\{=2/(\{n\}*\{n\})\}$	+16,67
$M(X)$	$\{=(2/3)*\{n\}\}$	+16,67
$D(X)$	$\{=2/(\{n\}*\{n\})\}$	+16,67
$F(1/4)$	$\{=1/(16*\{n\}*\{n\})\}$	+16,67
$F(3/4)$	$\{=9/(16*\{n\}*\{n\})\}$	+16,67
$P(1/4 < X < 3/4)$	$\{=1/(2*\{n\}*\{n\})\}$	+16,67
Итого		100

Таблица 2

Неправильные ответы для задачи 2

Символьная запись в Moodle	%
$\{=9/(\{n\}*\{n\}+13)\}$	–10
$\{=1/(\{n\}*\{n\}+2.718281828459045)\}$	–10
$\{=1/(8*\{n\}*\{n\}+11)\}$	–10
$\{=1/(8*\{n\}*\{n\}+7)\}$	–10
1.234	–10
0.00000001	–10
1	–10
0.31415927	–10
0.271829	–10
0.0	–10
Итого	–100

Задача 3

На пути движения автомашины три перекрестка, регулируемых светофорами. Каждый из светофоров с вероятностью $1/n$, где $n = \{n\}$ – задаваемый преподавателем параметр, запрещает проезд. Получается, что светофор разрешает проезд с вероятностью $(n-1)/n$. Случайная величина X – количество светофоров, пройденных машиной до первой остановки.

Требуется:

1) построить ряд распределения X (сначала определите значения X , расположите их в возрастающем порядке, а затем вычислите их вероятности);

2) вычислить математическое ожидание $M(X)$;

3) вычислить дисперсию $D(X)$.

В среде Moodle необходимо, чтобы все значения вероятностей были занесены в отдельные строки таблицы. Для студентов поясняем: «Вам нужно выбрать 6 правильных ответов из 14 предложенных, среди которых есть $P1, P2, \dots, PN$ – вероятности для $X1, X2, \dots, XN$. Сумма вероятностей должна равняться единице, то есть $P1 + P2 + \dots + PN = 1$ ».

Случайная величина X принимает значения 0, 1, 2, 3. В таблице 3 приводятся правильные ответы для задачи 3 – вероятности соответствующих значений X , а также значения математического ожидания и дисперсии, вычисленные на основе параметра n . Так как ответов шесть, то за разные ответы по сложности можно давать разные баллы, главное, чтобы в сумме получилась 1. Или можно разбить оценку: за мат. ожидание давать меньше, за дисперсию больше и т. п.

В таблице 4 приводятся примеры неправильных ответов, которые могут быть как постоянные, так и изменяемые, в зависимости от переменного $\{n\}$. Если за неправильные ответ давать -10% , то, отметив все ответы, студент также получит ноль.

Таблица 3

Правильные ответы для задачи 3

Об.	Символьная запись в Moodle	%
$P1$	$\{=1/\{n\}\}$ 10%	+10
$P2$	$\{=(\{n\}-1)/(\{n\}*\{n\})\}$ 10%	+10
$P3$	$\{=((\{n\}-1)*(\{n\}-1))/(\{n\}*\{n\}*\{n\})\}$ 10%	+10
$P4$	$\{=((\{n\}-1)*(\{n\}-1)*(\{n\}-1))/(\{n\}*\{n\}*\{n\})\}$ 20%	+20
$M(X)$	$\{=((\{n\}-1)/(\{n\}*\{n\}*\{n\}))*(3*\{n\}*\{n\}-3*\{n\}+1)\}$ 20%	+20
$D(X)$	$\{=(\{n\}-1)/(\{n\}*\{n\}*\{n\})*((9*\{n\}*\{n\}-13*\{n\}+5)-(((\{n\}-1)/(\{n\}*\{n\}*\{n\}))*((3*\{n\}*\{n\}-3*\{n\}+1))*(((\{n\}-1)/(\{n\}*\{n\}*\{n\}))*((3*\{n\}*\{n\}-3*\{n\}+1))))\}$ 30%	+30
Итого		100

Возможна ситуация, когда значения правильного и неправильного ответов совпадут, и студент, выбрав один из них, не получает за это балл. В таком случае необходимо заранее объявить студентам, что они должны сделать снимок экрана и прислать его преподавателю, чтобы он не снижал оценку.

Таблица 4

Неправильные ответы для задачи 3

Символьная запись в Moodle	%
$\{=1/(\{n\}*\{n\}*11)\}$	-10
$\{=1/(\{n\}*\{n\}*\{n\})\}$	-10
$\{=1/(\{n\}*\{n\}*\{n\}*\{n\}*\{n\}*\{n\})\}$	-10
$\{=((\{n\}-1)/(\{n\}*\{n\}*\{n\}))*((3*\{n\}*\{n\}*\{n\}+3*\{n\}))\}$	-10
$\{=0.71828-1/\{n\}\}$	-10
$\{=0.74159-1/\{n\}\}$	-10
1	-10
0.31415927	-10
0.271829	-10
0.0	-10
Итого	-100

Выводы

Авторы надеются, что данная статья поможет преподавателям при подготовке заданий в электронном журнале в системе Moodle. Если же данную статью прочтет студент и разберется, то ему можно будет только поаплодировать.

Благодарности

Авторы выражают благодарность заведующему кафедрой АСУ В.В. Романенко за поддержку данной работы.

Литература

- Магазинников Л.И. Высшая математика IV. Теория вероятностей. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. 151 с.
- Шарыгин Г.С. Теория вероятностей и математическая статистика: тезисы лекций. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. 77 с. URL: <https://edu.tusur.ru/publications/1764> (дата обращения: 16.10.2023).
- Лугина Н.Э. Практикум по теории вероятностей: учеб. пособие. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2018. 153 с. URL: <https://edu.tusur.ru/publications/7704> (дата обращения: 16.10.2023).
- Воронин Б.А. Актуальная для студентов задача с использованием дискретной двумерной случайной величины // Современные тенденции развития непрерывного образования: вызовы цифровой экономики: материалы междунар. науч.-метод. конф., 30–31 января 2020 г., Томск, Россия / отв. ред. В.М. Рулевский. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2020. С. 217–218.
- Воронин Б.А., Воронин Я.Б. Расчет выпадения орла или решки на примере опытов с монетой в 1 рубль // Современные тенденции развития непрерывного образования:

вызовы цифровой экономики: материалы междунар. науч.-метод. конф., 30-31 января 2020 г., Томск, Россия / отв. ред. В.М. Рулевский. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2020. С. 218–219.

6. Воронин Б.А., Воронина С.С. О возможности параметризации и быстрого счета в одной задаче на формулу полной вероятности // Современное образование: повышение конкурентоспособности университетов : материалы междунар. научн.-метод. конф., 28–29 января 2021 г., Томск, Россия. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2021. В 2 ч. Ч. 1. С. 275–278.

7. Воронин Б.А., Воронина С.С. Параметризация задачи для непрерывной двумерной случайной величины с использованием Moodle // Математическое образование. 2023. № 1 (105). С. 26–31.

Воронин Борис Александрович

Канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр. Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН (ИОА СО РАН)
пл. ак. Зуева д. 1 Томск, Россия, 634055
доцент каф. автоматизированных систем управления (АСУ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID <http://orcid.org/0000-0002-8743-5554>
Тел.: +7 (3822) 71-57-19
Эл. почта: vba_iao@mail.ru

Елецкая Анна Владимировна

Ст. преподаватель каф. автоматизированных систем управления (АСУ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (3822) 71-57-19
Эл. почта: a.v.tungusova@gmail.com

Voronin B.A., Eletskaia A.V.

Parameterization in Tasks for One-Dimensional Random Variable

The parameterization of several tasks from the course of probability theory for the case of a one-dimensional random continuous variable is considered. As a result, relatively simple formulas that can be used by a teacher to provide each student with a personal task and the ability to quickly check them are obtained. In addition, it is possible to easily program this type of task in Moodle.

Keywords: probability theory, one-dimensional random variable, teaching methodology.

References

1. Magazinnikov LI. Vysshaya matematika IV. Teoriya veroyatnostey [Higher Mathematics IV. Probability theory]. Tomsk: TUSUR; 2012. (In Russ.)

2. Sharigin GS. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika [Probability theory and mathematical statistics]. Tomsk: TUSUR; 2012. (In Russ.) Available from: <https://edu.tusur.ru/publications/1764> [Accessed: 16 October 2023]. (In Russ.)

3. Lugina NE. Praktikum po teorii veroyatnostej [Workshop on probability theory]. Tomsk: TUSUR; 2018. Available from: <https://edu.tusur.ru/publications/7704> [Accessed 16 October 2023]. (In Russ.)

4. Voronin BA. Aktual'naja dlja studentov zadacha s ispol'zovaniem diskretnoj dvumernoj sluchajnoj velichiny [An actual problem for students using a discrete two-dimensional random variable]. Sovremennyye tendencii razvitiya nepreryvnogo obrazovaniya: vy'zovy cifrovoj e'konomiki. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii [Modern trends in the development of continuing education: challenges of the digital economy. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2020:217–218. (In Russ.)

5. Voronin BA. Raschet vypadenija orla ili reshki na opytov s monetoy v 1 rubl' [Calculation of the loss of heads or tails on the example of experiments with a 1 ruble]. Sovremennyye tendencii razvitiya nepreryvnogo obrazovaniya: vy'zovy cifrovoj e'konomiki. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii [Modern trends in the development of continuing education: challenges of the digital economy. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2020:218–219. (In Russ.)

6. Voronin BA. O vozmozhnosti parametrizacii i by'strogo scheta v odnoj zadache na formulu polnoj veroyatnosti [On the possibility of parameterization and fast calculation in one problem on the total probability formula]. Sovremennoe obrazovanie: povyshenie konkurentosposobnosti universitetov. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii [Modern education: improving the competitiveness of universities. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2021;(1): 275-278. (In Russ.)

7. Voronin BA, Voronina SS. Parametrizaciya zadachi dlya nepreryvnoj dvumernoj sluchajnoj velichiny s ispol'zovaniem Moodle [Parameterization of the problem for a continuous two-dimensional random variable using Moodle]. Matematicheskoe obrazovanie [Mathematical education]. 2023;1(105):26-31. (In Russ.)

Boris A. Voronin

PhD, Senior Researcher, Institute of Atmospheric Optics SB RAS named after V.E. Zuev (IAO SB RAS)
1, Academician Zuev sq., Tomsk, Russia, 634055
Associate Professor, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0002-8743-5554)
Phone: +7 (382-2) 71-57-19
Email: vba_iao@mail.ru

Anna V. Eletskaia

Associate Professor, Associate Professor, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 71-57-19
Email: a.v.tungusova@gmail.com

УДК 378.374

А.И. Исакова, А.М. Исаков, С.М. Левин

ПОДГОТОВКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ЧЕРЕЗ СЕТЕВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УНИВЕРСИТЕТА С РАБОТОДАТЕЛЯМИ

Рассмотрены важные аспекты сетевого сотрудничества образовательного процесса, науки и производства. Описан опыт взаимодействия кафедры АСУ ТУСУРа с работодателями. Разработаны рекомендации по развитию сетевого сотрудничества системы образования, действующего производства, реального бизнеса и науки.

Ключевые слова: работодатель, сотрудничество вуза и фирмы, сетевые способы взаимодействия вуза и фирмы.

Необходимость интеграции обучения, науки и производства

Новый уровень развития и совершенствования системы высшего образования, особенно в области ИВТ и ИТ, требует качественной подготовки конкурентоспособных инженерных кадров, способных на достойном современном уровне осуществлять будущую трудовую деятельность [1].

В настоящее время необходимо учитывать, что только партнерство вуза и главных потребителей образовательных услуг, которые имеют свои профессиональные интересы в молодых кадрах, сможет повысить качество образования. И это партнерство в образовании, как правило, осуществляется в формате сетевого взаимодействия – некоторой совместной деятельности вуза и предприятий, коммерческих фирм и т.д.

Актуальность сетевой формы взаимодействия с работодателями в процессе образовательного процесса назрела давно. Такое партнерство включает совместное формирование образовательных программ, методических разработок для организации образовательного процесса и участие в нем, подготовку учебных площадок для прохождения производственных практик.

Рассмотрим необходимость сетевого взаимодействия кафедр университета с работодателями при подготовке инженерных кадров в области ИВТ и ИТ. Известно, что показателем эффективности и жизнеспособности университета является востребованность выпускников на рынке труда, их уровень трудоустройства. Поэтому очевидна необходимость интеграции обучения, науки и производства. Работодатели заинтересованы, чтобы наши выпускники создавали современные ИС с применением новейших ИТ, модернизировали имеющие программные продукты на предприятии и поэтому они активно участвуют в дальнейшем трудоустройстве выпускников на свои предприятия.

Известно, что профессиональные знания будущих специалистов можно приобрести, закрепляя теоретические знания практической работой на конкретном профильном предприятии во время совместной деятельности (например, во время прохождения производственных практик) с ИТ-специалистами.

Сетевое взаимодействие образования, науки и бизнеса представляет собой некоторое органическое соединение, помогающее студенту осваивать профессиональные компетенции по той специальности или направлению подготовки, на котором он учится.

Опыт интеграции вуза и работодателей на кафедре АСУ

Более 30 лет кафедра автоматизированных систем управления (АСУ) ТУСУРа в лице заведующего кафедрой и некоторых опытных преподавателей активно взаимодействует со многими производственными предприятиями, ИТ-компаниями, научно-исследовательскими институтами г. Томска, вовлекая их высококвалифицированных специалистов в учебный процесс вуза.

Некоторые наши бывшие выпускники, работая руководителями ИТ-компаний, привлекаются в организацию целевого обучения студентов [2].

Преподаватели кафедры АСУ отслеживают трудоустройство наших выпускников, поддерживая непрерывное взаимодействие с ними и после окончания учебы. Выпускники по направлениям подготовки в области ИВТ и ИТ проблем с трудоустройством вообще не видят, так как во время прохождения производственной (преддипломной) практической подготовки на профильных предприятиях многих из них уже привлекают для частичной занятости. Во время этой практики студенты выполняют свои выпускные квалификационные работы (ВКР) согласно их индивидуальным заданиям и успевают выполнять ту работу, которая выдается им от организации.

На кафедре АСУ имеются многочисленные заявки от российских коммерческих фирм, различных предприятий г. Томска, оформленные в виде долгосрочных партнерских отношений (договоров), письма, отзывы в адрес заведующего кафедрой на наших выпускников. В них содержатся благодарности за подготовку высококвалифицированных кадров в активно развивающейся ИТ-сфере России. Отмечается, что наши выпускники стали надежными сотрудниками, талантливыми разработчиками программного обеспечения и смогли внести неоценимый вклад в развитие информа-

ционных систем и технологий нашей страны. Многие компании выражают глубокую признательность преподавателям кафедры АСУ ТУСУРа за плодотворный труд по обучению студентов в области автоматизации предприятий. Также в отзывах отмечены приглашения наших студентов для прохождения практик, дальнейшего трудоустройства и готовность передавать опыт и наработки старших поколений ИТ-специалистов.

Способы взаимодействия образования, науки и производства

В настоящее время в литературных источниках [3, 4] обсуждаются наиболее эффективные способы и условия сетевого взаимодействия образования, производства и науки. Отмечено, что в этом взаимодействии необходима более плотная связь ее структурных составляющих в плане содержания образовательной подготовки будущих специалистов.

Известны несколько способов сетевого взаимодействия вуза с работодателями, некоторые из них, используемые на кафедре, приведены на рис. 1.



Рис. 1. Сетевые способы взаимодействия образования, науки и производства

На кафедре АСУ применяются в комплексе все представленные способы взаимодействия, за счет этого повышается результативность и качество обучения студентов, их мотивированность, начиная с младших курсов.

Далее предложим наш комментарий к рис. 1 на конкретных примерах.

Проведение PR-кампаний, обещание карьерного роста

Ряд специалистов и ведущих сотрудников известных ИТ-компаний г. Томска являются выпускниками кафедры АСУ, разработчиками программного обеспечения в области промышленной автоматизации. Они являются частыми гостями кафедры, проводят PR-кампании, приглашают студентов для прохождения практик, дальнейшего повышения профессиональных навыков и трудоустройства, обещая высокую зарплату и карьерный рост. Сотрудники этих компаний охотно проводят встречи со студентами кафедры, помогая им

определить вектор дальнейшего развития своих способностей в качестве будущих сотрудников компании.

Во время PR-кампаний студентам дарят сувениры, раздают визитные карточки и рекламные буклеты. Примеры некоторых таких фирм:

- ♦ компания «Атомик Софт» – ведущий разработчик программного обеспечения (ПО) в России в области промышленной автоматизации технологических и производственных процессов;

- ♦ Первый БИТ – разработчик коммерческих прикладных решений для бухгалтерии и управления в 1С;

- ♦ компания «Телебриз» – разработка и продажа программной платформы для предоставления услуг цифрового телевидения;

- ♦ группа компаний Eleccard – разработчик программного обеспечения мультимедийных продуктов в различных форматах.

Активное участие в образовательном процессе

Ведущие специалисты некоторых ИТ-компаний приходят на кафедру АСУ с предложениями провести занятия по рекламированию своих программных продуктов для различных пользовательских платформ. Примеры таких фирм:

- ♦ компания «ЭлеСи» – представляет известный программно-инструментальный комплекс Integrity SCADA, предназначенный для реализации автоматизированных систем управления технологическими процессами;

- ♦ ООО «Контек-Софт» – занимается разработкой компьютерного программного обеспечения, баз данных и информационных ресурсов;

- ♦ компании Консультант, Гарант – обучают студентов работе с нормативно-правовой документацией с помощью современных информационных технологий, выдавая студентам сертификаты пользователей правовых систем.

Проведение научно-технических исследований

Научные центры Сибирского отделения Российской академии наук (СО РАН), научно-исследовательские институты г. Томска по роду своей деятельности проводят научно-технические исследования, эксперименты. Для автоматизации получения результатов необходимы программные комплексы цифровой обработки данных исследований. Научные центры приглашают студентов-программистов принять участие (во время производственных практик и подготовки выпускных квалификационных работ) в разработке таких программных комплексов, с помощью которых ученые могут получить новые решения и инновационные результаты.

Примеры таких организаций:

- ♦ Институт оптики атмосферы СО РАН (ИОА СО РАН) – занимается научными исследованиями и проведением экспериментов в области атмосферной оптики. Для проведения экспериментов необходима разработка соответствующего программного обеспечения.

Ведущие сотрудники ИОА СО РАН работают на кафедре АСУ, ведут занятия по многим дисциплинам, активно привлекают студентов к совместной научно-исследовательской и публикационной деятельности: Воронин Б.А. – старший научный сотрудник, канд. физ.-мат. наук ИОА СО РАН; Афонасенко А.В. – научный сотрудник, канд. техн. наук ИОА СО РАН; Суханов А.Я. – старший научный сотрудник, канд. техн. наук ИОА СО РАН и другие.

♦ Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН – занимается мониторингом климатических изменений под воздействием природных факторов.

Золотов С.Ю. – научный сотрудник Института, канд. техн. наук, ведет занятия по нескольким дисциплинам бакалавриата и магистратуры на каф. АСУ, руководит курсовыми проектами и ВКР, является членом ГЭК по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

Участие производственных предприятий в жизни вуза

Некоторые производственные предприятия г. Томска нуждаются в разработке программного обеспечения для различных пользовательских платформ. Разработка такой платформы подразумевает слаженную работу не только программистов, но и дизайнеров, аналитиков, инженеров контроля качества, технической поддержки и сопровождения, руководителей проектов, которыми могут стать студенты кафедры АСУ во время производственной практической подготовки. Примеры таких предприятий:

♦ ООО «Электрозавод» – занимается производством промышленного оборудования;

♦ АО Региональный деловой центр Томской области (АО РДЦ ТО) – осуществляет свою деятельность по многим аспектам, в том числе по оказанию услуг в области бухгалтерского учета, проведению финансового аудита, налоговому консультированию. Ряд ключевых сотрудников являются выпускниками каф. АСУ;

♦ ОАО «Манотомь» – выпускает приборы для контроля прочих физических величин.

Алферов С.М. – канд. тех. наук, инженер-программист ОАО «Манотомь», выпускник кафедры АСУ, преподает несколько дисциплин, является руководителем ВКР у бакалавров по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», предлагая им тематику предприятия ОАО «Манотомь».

Участие в вузовских ярмарках вакансий

Ярмарки вакансий, которые проводят вузы и центры занятости, и Центр карьеры ТУСУРа – это агрегаторы данных, связанные с профориентацией и карьерными вопросами студентов и выпускников вуза. Многие промышленные предприятия и коммерческие фирмы, участвуя в вузовских ярмарках, имеют возможность во время личных встреч со студентами обсудить

и оперативно решить разные вопросы, касающиеся двух сторон [5].

Научные семинары, обсуждение учебных планов

Более 30 лет кафедра АСУ проводит научные семинары, на которых обсуждаются результаты научных исследований, проводимых преподавателями кафедры или сторонних организаций в рамках кандидатских и докторских диссертаций. На некоторые заседания приглашаются и руководящие работники производственных предприятий и коммерческих фирм, которые могут дать компетентную независимую оценку этим научным результатам.

Обсуждение содержания основных профессиональных образовательных программ (ОПОП) и рабочих учебных планов проходят ежегодно на заседаниях кафедры, куда приглашают заинтересованных представителей научных центров, НИИ, промышленных предприятий, бизнес-структур.

С такими компаниями, как ООО «Элект», ООО «Контек-Софт», АО «Региональный деловой центр Томской области (АО «РДЦ ТО), Группа компаний Elescard, ООО «Электрозавод», г. Томск и другими, кафедра АСУ ТУСУРа заключила договорные отношения о сотрудничестве.

Организация производственных практик

Известно, что во время прохождения производственных практик (особенно преддипломной практики) у студентов формируется система умений и навыков на более высоком теоретическом и практическом уровне, усваиваются профессиональные компетенции. Особо необходимо выделить роль руководителей производственных практик от профильных организаций, которые для наших студентов являются примером для подражания. Студенты видят в них квалифицированных профессионалов в области ИВТ и ИТ, перенимают новые знания и умения. Студенты, окунаясь в производственный процесс, становясь участниками трудового коллектива, уже более осознанно приступают к дальнейшей учебе (3-й курс) и выполнению ВКР (4-й курс).

Дальнейшее развитие сотрудничества вуза и работодателей

Исходя из опыта долгосрочного сотрудничества работодателей и вуза, кафедра АСУ предлагает следующие формы дальнейшего взаимодействия [2, 7].

Во-первых, в рамках дисциплины «Проектирование индивидуальной траектории развития» планировать часы для встреч с бывшими выпускниками кафедры, работающими в IT-компаниях. Для студентов 1-го курса это неоценимая возможность пообщаться со специалистами выбранной профессии, задать волнующие их вопросы и получить долгожданные ответы.

Во-вторых, рекомендовать студентам 2–3-х курсов участвовать в экскурсиях на производственные предприятия и крупные коммерческие фирмы, которые организует Центр карьеры ТУСУРа, где студенты увидят

рабочие места возможных вариантов для будущих производственных практик, познакомятся с историей развития предприятия и т.д.

В-третьих, сетевое взаимодействие образования, науки и производства станет эффективным, если кафедра будет постоянно расширять партнерские отношения с предприятиями, вовлекая их в преподавание специальных дисциплин, руководство ВКР бакалавров и магистерских диссертаций, в организацию договорных отношений с ними на предмет организации производственных практик и т.д.

В истории кафедры АСУ имеется еще много примеров успешной подготовки конкурентоспособных кадров благодаря сетевому сотрудничеству системы образования, науки, техники и производства.

Литература

1. Корилов А.М. О подготовке конкурентоспособных ИТ-кадров // Современные тенденции развития непрерывного образования: вызовы цифровой экономики: материалы междунар. науч-метод. конф., 30–31 января 2020 г., Томск, Россия. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2020. С. 137–138.

2. Исакова А.И., Исаков А.М. Трудоустройство выпускников вуза как критерий качества подготовки специалистов // Современные тенденции развития непрерывного образования: вызовы цифровой экономики: материалы междунар. науч-метод. конф., 30–31 января 2020 г., Томск, Россия. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2020. С. 153–154.

3. Вадова Л.Ю. Система взаимодействия вуза и работодателей в подготовке будущих специалистов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 5-2. С. 311–315.

4. Малышева А.А., Невраева И.В. Компетенции молодых выпускников вузов глазами работодателей URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompetentsii-molodyh-vypusknikov-vuzov-glazami-rabotodateley>, свободный (дата обращения: 20.10.23).

5. Официальный сайт ТУСУРа. URL: <https://cstv.tusur.ru/ru/novosti/prosmotr/-/novost-v-tusure-bolee-2-000-tysyach-studentov-uznali-kak-postroit-svoyu-karieru>, свободный (дата обращения: 24.10.2023).

6. Положение о практической подготовке в форме практики обучающихся, осваивающих образовательные программы высшего образования в ТУСУРе (с изм. от 26.04.2022) № 830 от 19.10.2020. URL: <https://regulations.tusur.ru/documents/1073> (дата обращения: 05.11.2023).

7. Халецкая Т.В. Профессиональная подготовка инженерных кадров в университете для высокотехнологических предприятий на основе сетевого взаимодействия // Фундаментальные исследования. 2014. № 12-6. С. 1275–1278. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36316> (дата обращения: 21.10.2023).

Исакова Анна Ивановна

Канд. техн. наук, доцент каф. автоматизированных систем управления (АСУ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID (ORCID ID: 0000-0002-8772-6992)
Тел.: +7 (923) 408-53-88
Эл. почта: iai2@yandex.ru

Исаков Александр Михайлович

Ст. преподаватель каф. автоматизированных систем управления (АСУ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (923) 404-10-50
Эл. почта: alexis983@yandex.ru

Левин Семен Михайлович

Канд. юрид. наук, PhD, профессор каф. автоматизированных систем управления (АСУ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID (ORCID ID: 0000-0002-3470-6365)
Тел.: +7 (903) 526-25-52
E-mail: levin.sm@tusur.ru

Isakova A.I., Isakov A.M., Levin S.M.

Training Competitive Engineers through University Networking with Employers

The important aspects of network cooperation between the educational process, science and production are considered. The experience of interaction of Department of Automated Control Systems with employers is described. Recommendations for the development of network cooperation between the education system, existing production, real business and science have been developed.

Keywords: employer, cooperation of a university and a firm, network ways of interaction between a university and a firm.

References

1. Koriolov AM. O podgotovke konkurentosposobny'x IT-kadrov [On the training of competitive IT personnel. Sovremennyy'e tendencii razvitiya nepreryvnogo obrazovaniya: vy'zovy' cifrovoj e'konomiki. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii [Modern trends in the development of continuing education: challenges of the digital economy. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2020:137–138. (In Russ.)

2. Isakova AI, Isakov AM. Trudoustrojstvo vypusknikov vuza kak kriterij kachestva podgotovki specialistov [Employment of University graduates as a criterion for the quality of training]. Sovremennyy'e tendencii razvitiya nepreryvnogo obrazovaniya: vy'zovy' cifrovoj e'konomiki. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii [Modern trends in the development of continuing education: challenges of the digital economy. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2020:153–154. (In Russ.)

3. Vadova LYu. Sistema vzaimodejstviya vuza i rabotodatelej v podgotovke budushchih specialistov [System of interaction between the university and employers in the training of future specialists]. Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij [International journal of applied and fundamental research]. 2016;5(2):311–315. (In Russ.)

4. Malysheva AA, Nevraeva IV. Kompetencii molodyh vypusknikov vuzov glazami rabotodatelej [Competence of young

university graduates through the eyes of employers]. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompetentsii-molodyh-vypusnikov-vuzov-glazami-rabotodateley> [Accessed: 20 October 2023]. (In Russ.)

5. Oficial'nyj sajt TUSURa [Official website of TUSUR]. Available from: <https://cstv.tusur.ru/ru/novosti/prosmotr/-/novost-v-tusure-bolee-2-000-tysyach-studentov-uznali-kak-postroit-svoyu-karieru> [Accessed: 24 October 2023]. (In Russ.)

6. Polozhenie o prakticheskoj podgotovke v forme praktiki obuchayushchih, osvayayushchih obrazovatel'nye programmy vysshego obrazovaniya v TUSURe [Regulations on practical training in the form of practice of students mastering educational programs of higher education in TUSUR]. Available from: <https://regulations.tusur.ru/documents/1073> [Accessed: 05 November 2023]. (In Russ.)

7. Khaletskaya TV. Professional'naya podgotovka inzhenernyh kadrov v universitete dlya vysokotekhnologicheskikh predpriyatij na osnove setevogo vzaimodejstviya [The network form of implementing an educational program with an employer]. Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research]. 2014;6(12):1275-1278. Available from: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36316> [Accessed: 21 October 2023]. (In Russ.)

Anna I. Isakova

Associate Professor, Department of Automated Control Systems
Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
(TUSUR)

40, Lenin prosp., Tomsk, Russia, 634050

ORCID (0000-0002-8772-6992)

Phone: +7 (923-4) 08-53-88

Email: iai2@yandex.ru

Alexander M. Isakov

Associate Professor, Department of Automated Control Systems,
Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
(TUSUR)

40, Lenin prosp., Tomsk, Russia, 634050

ORCID (0000-0002-8772-6992)

Phone: +7 (923-4) 04-10-50

Email: alexis983@yandex.ru

Semen M. Levin

Candidate of Legal Sciences, PhD, Professor, Department of
Automated Control Systems, Tomsk State University of Control
Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenin prosp., Tomsk, Russia, 634050

ORCID (0000-0002-3470-6365)

Phone: +7 (903-5) 26-25-52

Email: levin.sm@tusur.ru

УДК 372.853

А.В. Баранов, А.П. Зуев, В.А. Шахрай

ПРОЕКТНАЯ РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОЙ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ЭДС ИНДУКЦИИ ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ КАТУШКЕ» ДЛЯ СЕТЕВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ

Представлена проектная разработка интерактивной виртуальной лабораторной работы «ЭДС индукции во вращающейся катушке» для сетевого использования в физическом практикуме технического университета. Программный продукт разработан командой студентов второго курса технического университета в процессе организованной проектной деятельности компьютерного моделирования. Интерактивный интерфейс лабораторной работы позволяет с помощью манипулятора «мышь» осуществлять действия с виртуальной установкой, аналогичные выполняемым при работе с реальной установкой. Разработанный программный продукт представляет собой web-страницу, доступную для студентов по ссылке в сети.

Ключевые слова: проектная деятельность, компьютерное моделирование, виртуальная лаборатория, дистанционное обучение.

Введение

С развитием цифровых технологий все большее внимание стало уделяться виртуальным лабораторным работам при обучении физике в технических университетах. Применение виртуальных лабораторий в сочетании с реальным экспериментом значительно расширяет возможности обучения и повышает дидактический потенциал образовательного процесса [1–6]. Особую значимость и большую востребованность виртуальные лаборатории стали приобретать для дистанционной формы обучения [4]. Необходимость таких цифровых продуктов актуализировала вопрос об их разработке.

Для студентов IT-направлений на кафедре общей физики Новосибирского государственного технического университета (НГТУ НЭТИ) организована проектная деятельность компьютерного моделирования физических процессов и систем [5–7]. Одним из направлений в проектной деятельности студенческих команд является разработка интерактивных виртуальных лабораторных работ для курса физики университета [5, 7]. В результате участия студентов в проектной деятельности получается двойной эффект: создаваемые командами виртуальные лаборатории могут использоваться в учебном процессе, студенты же получают уникальный опыт моделирования физических процессов и разработки интерактивных программных приложений [6].

Как показывают опросы преподавателей, большой интерес вызывают разработки виртуальных лабораторных работ, по разным причинам не имеющих реальных прототипов в физическом практикуме вуза [7]. Выбор темы для описываемой в статье студенческой программной разработки определился рядом причин.

Во-первых, явление электромагнитной индукции имеет ключевое значение для многих технических приложений, таких, например, как индукционный нагрев [8].

Во-вторых, педагогические исследования показывают, что студенты младших курсов испытывают определенные затруднения при освоении темы «Электромагнитная индукция» в курсе физики [9, 10].

В-третьих, в физическом практикуме университета отсутствует реальный прототип установки.

Этапы проектной разработки

Процесс разработки виртуальной лабораторной работы включал в себя следующие этапы:

- ◆ Знакомство с явлением электромагнитной индукции.
- ◆ Анализ информации о лабораторных экспериментах и технических приложениях, связанных с явлением электромагнитной индукции.
- ◆ Формирование концептуальной физической модели виртуальной установки, предлагаемой для изучения явления.
- ◆ Анализ предполагаемых действий при выполнении эксперимента на установке.
- ◆ Определение концепций интерактивного интерфейса и 3D-визуализации.
- ◆ Формирование математических моделей.
- ◆ Определение структуры алгоритма программного приложения.
- ◆ Выбор языка и средств реализации.
- ◆ Разработка web-приложения.
- ◆ Проведение тестовых испытаний.
- ◆ Подготовка отчета.

В процессе работы по созданию интерактивного графического интерфейса программного приложения командой студентов учитывались рекомендации работы [11].

Концептуальная физическая модель виртуальной установки

Знакомство с явлением электромагнитной индукции и информацией о существующих лабораторных экспериментах привели команду к формированию кон-

цептуальной физической модели виртуальной установки.

В качестве проводящего контура, в котором наводится индукционная ЭДС, в установке будет фигурировать плоская прямоугольная многовитковая проводящая катушка, вращающаяся в постоянном магнитном поле колец Гельмгольца (катушек Гельмгольца).

Кольца Гельмгольца представляют собой систему из двух одинаковых радиальных катушек, расположенных соосно на расстоянии, равном их радиусу. При протекании по катушкам постоянного электрического тока в центральной области пространства между ними получается постоянное магнитное поле достаточно высокой степени однородности [12].

Электрический ток в катушках Гельмгольца будет создаваться источником постоянного тока.

Плоская прямоугольная многовитковая катушка располагается между кольцами Гельмгольца в области однородного поля и закрепляется на оси электрического двигателя, который может приводить катушку в равномерное вращение заданной частоты.

За счет вращения происходит гармоническое изменение магнитного потока, пронизывающего плоскую катушку, и появление в ней гармонической индукционной ЭДС. Последняя как функция времени будет визуализироваться на экране виртуального осциллографа.

Прототипы для цифровых аналогов

Для создания 3D цифровых объектов виртуальной установки в качестве визуальной основы команда использовала изображения реальных прототипов (плоская прямоугольная катушка, катушки Гельмгольца, электрический двигатель), приведенных в разделе «Физика» каталога известной компаний 3BScientific [13].

Анализ действий экспериментатора

Для реализации интерактивных возможностей интерфейса при работе с виртуальной установкой командой были определены характерные действия выполняющего эксперименты на реальной лабораторной установке:

- сборка электрических цепей;
- включение и настройка осциллографа;
- включение и настройка источника тока;
- включение и настройка двигателя;
- снятие показаний с приборов.

Математические модели

Командой используются две основные математические модели для расчетов.

Первая является моделью для ЭДС индукции.

В виртуальном эксперименте моделируется равномерное вращение плоской прямоугольной катушки со сторонами a и b , с количеством витков N . Для модели многовитковой катушки используется приближение последовательно соединенных очень тонких одинаковых витков прямоугольной формы.

Прямоугольная катушка вращается с постоянной угловой скоростью ω в однородном магнитном поле колец Гельмгольца с индукцией B .

В одном витке катушки индуцируется ЭДС, определяемая скоростью изменения магнитного потока Φ , пронизывающего контур витка:

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt}.$$

В случае однородного поля поток магнитной индукции через один виток равен:

$$\Phi = BS\cos(\alpha),$$

где S – площадь, ограниченная контуром прямоугольного витка катушки; α – угол между нормалью к плоскости витка и направлением вектора магнитной индукции.

Поскольку все витки прямоугольной катушки соединяются последовательно, то полный магнитный поток (потокосцепление) будет

$$\psi = NBS\cos(\alpha).$$

Так как катушка вращается с постоянной угловой скоростью ω , то $\alpha = \omega t$.

С учетом выражения для площади, ограниченной контуром витка прямоугольной формы, ЭДС индукции в плоской прямоугольной катушке имеет вид

$$\varepsilon_i = \omega N B a b \sin(\omega t).$$

Полученное выражение служит в качестве математической модели для расчета индукционной ЭДС и визуализации осциллограммы на экране виртуального осциллографа.

Вторая математическая модель представляет собой выражение для расчета индукции магнитного поля катушек Гельмгольца в области однородности поля [12]:

$$B = \mu_0 \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} N_H \frac{I}{R},$$

где μ_0 – магнитная постоянная; N_H – число витков катушки Гельмгольца; R – средний радиус витка катушки Гельмгольца; I – сила тока в катушке Гельмгольца.

Программная реализация приложения

Разработанный программный продукт представляет собой web-страницу, доступную для пользователя по ссылке. Сайт написан на языке веб-приложений TypeScript, с использованием библиотек React (интерфейс), React Three Fiber (3d-графика) и Redux Toolkit (обмен данными внутри сайта) в качестве основных.

Библиотека React Three Fiber в качестве движка использует браузерный WebGL.

Также были использованы следующие известные разработчикам технологии:

♦ Material UI – библиотека готовых компонентов пользовательского интерфейса в стиле Material Design 2 от Google;

♦ React Three Drei – библиотека вспомогательных функций для работы с React Three Fiber;

- ◆ React Redux – библиотека, связывающая между собой React и Redux Toolkit;
- ◆ Camera-Controls – библиотека вспомогательных функций для работы с 3D-камерой;
- ◆ Redux Persist – библиотека, для локального сохранения данных программы;
- ◆ Yup – библиотека для проверки данных на корректность (валидация объектов).

Виртуальная лабораторная работа

На рис. 1 представлен интерфейс разработанной виртуальной лабораторной работы «ЭДС индукции во вращающейся катушке».

В главном окне находится 3D-изображение виртуальной установки. В нижней части окна расположены вспомогательные блоки. Блок слева связан с подключением приборов и устройств. Он, в частности, содержит цветовой индикатор правильности электрических соединений. Внизу справа находится блок смены объекта, на который направлена камера.

Дополнительное окно справа содержит меню с элементами управления в виде слайдеров, с помощью которых можно производить необходимые настройки параметров установки.



Рис. 1. Интерфейс с виртуальной установкой

Важной особенностью интерактивного интерфейса разработанного приложения является возможность функциональных манипуляций с основными компонентами виртуальной установки.

Пользователю доступны провода, с помощью которых он подключает катушки Гельмгольца к источнику постоянного тока и соединяет контакты плоской прямоугольной многовитковой катушки с входом осциллографа. Все действия осуществляются с использованием курсора мыши. Также с помощью курсора мыши осуществляется нажатие кнопок питания осциллографа, источника тока и электрического двигателя. Кроме того, манипуляции курсором позволяют осуществлять необходимые регулировки.

Таким образом, с помощью манипулятора «мышь» осуществляются и визуализируются все действия с виртуальной установкой, аналогичные основным действиям, выполняемым в реальном эксперименте.

Изменения параметров катушек Гельмгольца и плоской катушки (размеры и число витков) доступны в меню дополнительного окна.

Как следует из описания и проведенных тестовых экспериментов, реализация приложения в формате

web-страницы и интерактивные возможности интерфейса делают представленную разработку качественным продуктом, находящим свое применение в курсе физики технического университета.

Заключение

Участвуя в организованной проектной деятельности компьютерного моделирования, команда студентов второго курса НГТУ НЭТИ разработала виртуальную лабораторную работу «ЭДС индукции во вращающейся катушке», не имеющую реального прототипа в практикуме университета. Интерактивный интерфейс позволяет производить функциональные манипуляции с основными компонентами виртуальной установки. Разработанное web-приложение может быть использовано как при дистанционном, так и при очном варианте обучения. В результате проектной деятельности студенты освоили компетенции общего и профессионального характера. Значимым результатом является приобретенный командный опыт создания качественного цифрового продукта, находящего свое практическое применение в учебном процессе технического университета.

Литература

1. Price C.B., Price-Mohr R. PhysLab: A 3D virtual physics laboratory of simulated experiments for advanced physics learning // Phys. Educ. 2019. Vol. 54, N 3. P. 035006.
2. Ranjan A. Effect of virtual laboratory on development of concepts and skills in physics // Int. J. Tech. Res. Sci. 2017. Vol. 2, N 1. P. 15–21.
3. Devyatkin E.M. Virtual interactive laboratory assignments and experiments in physics in the system of education // Proceedings of the 14th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE). 2018. Vol. 1. P. 255–258.
4. Фомичева Е.Е. Виртуальные лабораторные работы в дистанционном обучении физике // Мир науки, культуры, образования. 2022. № 1 (92). С.65–69.
5. Baranov A.V. Virtual students' laboratories in the physics practicum of the technical university // Proceedings of the 13th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE). 2016. Vol. 1. P. 326–328.
6. Baranov A.V. Forming computational thinking and computer modeling project activities in the physics course of the technical university // Proc. ITM Web Conf. 2020. Vol. 35. P.03002.
7. Баранов А.В. Компьютерное 3D моделирование вращательного движения в студенческих виртуальных проектах // Физическое образование в ВУЗах. 2015. Т. 21, № 2. С. 118–127.
8. Induction heating technology and its applications: past developments, current technology, and future challenges / O. Lucia [et al.] // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2013. Vol. 61, N 5. P. 2509–2520.
9. Guisasola J., Almudi J.M., Zuza K. University students' understanding of electromagnetic induction // Int. J. Sci. Educ. 2013. Vol. 35, N 16. P. 2692–2717.
10. Jelicic K., Planinic M., Planinsic G. Analyzing high school students' reasoning about electromagnetic induction // Phys. Rev. Phys. Educ. Res. 2017. N 13 (1). P. 010112.

11. Компьютерное моделирование визуальных интерфейсов виртуальных инструментов и приборов / В.М. Дмитриев [и др.] // Научная визуализация. 2016. Т. 8, № 3. С. 111–131.

12. Sadiq U.A., Oluyombo O.W. Optimization design and characterization of Helmholtz coils // Journal of Information Engineering and Applications. 2019. Vol. 9, N 4. P. 44–50.

13. 3B Scientific : [сайт]. URL: https://3bstatic.blob.core.windows.net/catalog/3B-Scientific-Physics_RU.pdf (дата обращения: 23.11.2023).

Баранов Александр Викторович

Канд. физ.-мат. наук, доцент каф. общей физики Новосибирского государственного технического университета
К. Маркса пр-т, д. 20, г. Новосибирск, Россия, 630073
Тел.: +7 (383) 346-06-77
Эл. почта: baranov@corp.nstu.ru

Зуев Андрей Павлович

Студент факультета прикладной математики и информатики Новосибирского государственного технического университета
К. Маркса пр-т, д. 20, г. Новосибирск, Россия, 630073
Тел.: +7 (383) 346-37-54
Эл. почта: a.zuev.2021@stud.nstu.ru

Шахрай Вадим Александрович

Студент факультета прикладной математики и информатики Новосибирского государственного технического университета
К. Маркса пр-т, д. 20, г. Новосибирск, Россия, 630073
Тел.: +7 (383) 346-37-54
Эл. почта: shakhray.2021@stud.nstu.ru

Baranov A.V., Zuev A. P., Shakhrai V. A.

Project Development of Interactive Virtual Laboratory Work ‘EMF Induction in a Rotating Coil’ for Network Use in a Workshop in Physics

The design development of an interactive virtual laboratory work ‘EMF Induction in a Rotating Coil’ for network use in a workshop on Physics at a technical university is presented. The software product was developed by a team of university second-year students in the process of computer modeling project activities. The interactive interface of laboratory work allows using the mouse manipulator to perform actions with a virtual installation similar to those performed when working with a real installation. The developed software product is a web page accessible to students via a link on the web.

Keywords: project activity, computer modeling, virtual laboratory, distance learning.

References

1. Price C.B., Price-Mohr R. (2019) ‘Physical Lab: a 3D virtual physics laboratory of simulated experiments for advanced physics learning’, *Physical Education*;54(3), p. 035006.

2. Ranjan A. (2017) ‘Effect of virtual laboratory on development of concepts and skills in physics’, *Int. J. Tech. Res. Sci.*, 2(1), pp. 15–21.

3. Devyatkin EM. (2018) ‘Virtual interactive laboratory assignments and experiments in physics in the system of education’, *Proceedings of the 14th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics*

Instrument Engineering, (1), p. 255–258.

4. Fomicheva EE. Virtual'nye laboratornye raboty v distancionnom obuchenii fizike [Virtual laboratory work in distance learning physics]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya* [The world of science, culture, education]. 2022;1(92):65–69. (In Russ.)

5. Baranov AV. (2016) ‘Virtual students’ laboratories in the physics practicum of the technical university’, *Proceedings of the 13th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering*, (1), pp. 326–328.

6. Baranov AV. (2020) ‘Forming computational thinking and computer modeling project activities in the physics course of the technical university’, *Proc. ITM Web Conf.*, (35), p. 03002.

7. Baranov AV. Komp'yuternoye 3D modelirovaniye vrashchatel'nogo dvizheniya v studencheskikh virtual'nykh proyektakh [Computer 3D modeling of rotational motion in student's virtual projects]. *Fizicheskoye obrazovaniye v VuZakh* [Physics in Higher Education]. 2015; 21(2):118–127. (In Russ.)

8. Lucia O., Maussion P., Dede ED., Burdío J. (2013) ‘Induction heating technology and its applications: past developments, current technology, and future challenges’, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 61(5), pp. 2509–2520.

9. Guisasola J., Almudi J.M., Zuza K. (2013) ‘University students’ understanding of electromagnetic induction’, *Int. J. Sci. Educ.*, 35(16), pp. 692–2717.

10. Jelicic K., Planinic M., Planinsic G. (2017) ‘Analyzing high school students’ reasoning about electromagnetic induction’, *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.*, 13(1), p. 010112.

11. Dmitriev VM, Gandzha TV, Gandzha VV, Panov SA. Komp'yuternoe modelirovanie vizual'nyh interfejsov virtual'nyh instrumentov i priborov [Computer simulate of the visual interface in virtual instruments and devices]. *Nauchnaya vizualizaciya* [Scientific Visualization]. 2016;3(8):111–131. (In Russ.)

12. Sadiq UA. Oluyombo OW. (2019) ‘Optimization design and characterization of Helmholtz coils’, *Journal of Information Engineering and Applications*, 9(4), pp. 44–50.

13. 3B Scientific. Available from: https://3bstatic.blob.core.windows.net/catalog/3B-Scientific-Physics_RU.pdf [Accessed: 23 November 2023].

Alexander V. Baranov

Candidate of Physics and Maths Sciences, Associate Professor, Department of General Physics, Novosibirsk State Technical University (NGTU)
20, K. Marx prosp., Novosibirsk, Russia, 630073
Phone: +7 (383-3) 46-06-77
Email: baranov@corp.nstu.ru

Andrey P. Zuev

Student, Applied Mathematics and Informatics Faculty, Novosibirsk State Technical University (NGTU)
20, K. Marx prosp., Novosibirsk, Russia, 630073
Phone: +7 (383-3) 46-37-54
Email: a.zuev.2021@stud.nstu.ru

Vadim A. Shakhrai

Student, Applied Mathematics and Informatics Faculty, Novosibirsk State Technical University (NGTU)
20, K. Marx prosp., Novosibirsk, Russia, 630073
Phone: +7 (383-3) 46-37-54
Email: shakhray.2021@stud.nstu.ru

УДК 372.853

А.В. Баранов, А.А. Гюнтер, М.А. Михайловский, С.Г. Пашкова

ПРОЕКТНАЯ РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ КОЛЕЦ С ТОКАМИ» ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА УНИВЕРСИТЕТА

Представлена проектная разработка виртуальной лабораторной работы «Исследование магнитного поля колец с токами» для физического практикума университета. Программный продукт разработан командой студентов второго курса в процессе организованной проектной деятельности компьютерного моделирования. Интерактивный интерфейс виртуальной лабораторной работы позволяет осуществлять симуляцию эксперимента по исследованию магнитного поля двух проводящих колец с использованием датчика Холла.

Ключевые слова: проектная деятельность, компьютерное моделирование, виртуальная лаборатория, магнитное поле, датчик Холла.

Введение

Виртуальные лаборатории находят все большее распространение в образовательной практике технических университетов, связанной как с научными, так и с инженерными направлениями подготовки [1]. Интерес вузов к подобным цифровым продуктам значительно вырос во время пандемии COVID-19, инициировавшей вынужденный переход на дистанционный режим [2].

Как показывают педагогические исследования, применение виртуальных лабораторных работ в сочетании с реальными экспериментами значительно повышает дидактический потенциал образовательного процесса [3–7] и расширяет возможности дистанционного обучения [8].

На кафедре общей физики Новосибирского государственного технического университета (НГТУ НЭТИ) для студентов IT-направлений организована проектная деятельность компьютерного моделирования физических процессов и систем [9–12]. Одним из направлений проектной деятельности является разработка интерактивных виртуальных лабораторных работ для физического практикума [9, 11, 12]. В частности, команды разрабатывают цифровые аналоги для существующих реальных прототипов в лабораториях университета [11]. Применение таких программных продуктов в периоды вынужденного перехода на дистанционный режим позволило кафедре общей физики выдержать запланированный график выполнения лабораторных работ.

При определении тем для разработок учитывается и большой интерес преподавателей к виртуальным лабораторным работам, не имеющим реальных прототипов в физическом практикуме вуза [12].

Выбор темы для описываемой в статье разработки определился рядом факторов.

Во-первых, как показывают педагогические исследования, при изучении раздела физики «Электромагнетизм» студенты испытывают определенные

затруднения в процессе знакомства с векторными представлениями полей, способами их изображения и методами измерения характеристик [13, 14].

Во-вторых, в физических экспериментах, связанных с анализом пространственного распределения магнитного поля, и во многих технических приложениях используются датчики Холла [15].

В-третьих, в лабораторном практикуме технического университета отсутствует реальный прототип лабораторной работы, позволяющей познакомить студентов с исследованием магнитного поля системы токов с помощью датчика Холла.

Этапы разработки

Проектная деятельность команды студентов, связанная с разработкой виртуальной, лабораторной работы включала следующие этапы:

- ◆ Знакомство с определением, методами расчета и измерения индукции магнитного поля.
- ◆ Формирование концептуальной физической модели установки для исследования магнитного поля с использованием датчика Холла.
- ◆ Определение структуры интерактивного интерфейса и содержания 3D-визуализации виртуальной установки.
- ◆ Формирование математических моделей, используемых в процессах вычислений.
- ◆ Анализ предполагаемых действий при выполнении эксперимента.
- ◆ Определение структуры алгоритма программного приложения.
- ◆ Выбор алгоритмического языка и средств реализации.
- ◆ Разработка программного приложения.
- ◆ Проведение тестовых виртуальных экспериментов.
- ◆ Подготовка отчета о выполненном проекте.

В процессе создания интерактивного интерфейса программного приложения командой учитывались рекомендации [16].

Концептуальная физическая модель виртуальной установки

Знакомство команды с методами исследования магнитного поля с помощью датчика Холла [15] позволило сформировать концептуальную физическую модель виртуальной установки.

В качестве источников магнитного поля в установке будут фигурировать два соосных проводящих кольца с постоянными токами. Направления и значения токов будут определяться выходными напряжениями источников постоянного тока и сопротивлениями проводящих колец.

Датчик Холла будет иметь только одну степень свободы для перемещения вдоль оси системы колец. Направление и значение модуля вектора индукции магнитного поля на оси системы будут фиксироваться на индикаторе прибора, связанного с датчиком Холла.

Прототипы для цифровых аналогов

При создании 3D-объектов виртуальной установки визуальной основой послужили реальные приборы физического лабораторного практикума: источники постоянного тока и цифровые амперметры. Команда ознакомилась с возможностями приборов и произвела их фотосъемку с целью создания максимально реалистичных 3D-визуализаций.

Математические модели для вычислений

Для вычисления индукции магнитного поля на оси каждого проводящего кольца с током разработчики использовали приближение кругового тока, в котором не принимается во внимание конечное значение диаметра проводника.

Индукция магнитного поля на оси кругового тока выражается исходя из закона Био-Савара-Лапласа и принципа суперпозиции:

$$B = \mu_0 I \frac{R^2}{2(x^2 + R^2)^{3/2}},$$

где μ_0 – магнитная постоянная; I – сила тока в кольце; R – радиус кольца; x – координата точки на оси кольца.

Соответственно индукция результирующего магнитного поля на оси двух колец определяется по принципу суперпозиции с учетом взаимного направления векторов.

Сила тока в каждом проводящем кольце вычисляется с использованием закона Ома

$$I = \frac{U}{\rho 2\pi R \frac{S}{L}},$$

где U – напряжение на выходе источника постоянного электрического тока; ρ – удельное сопротивление проводника кольца; S – площадь поперечного сечения проводника кольца.

Данные математические выражения используются в программном приложении при вычислении магнитного поля на оси системы.

Анализ действий экспериментатора

Для реализации интерактивных возможностей интерфейса при работе с виртуальной установкой были определены характерные действия выполняющего эксперименты на реальной установке:

- сборка электрических цепей;
- включение и настройка источников тока;
- перемещение датчика Холла;
- снятие показаний с приборов.

Программная реализация

Для разработки программного приложения команда использовала объектно-ориентированный подход.

Программный код приложения реализован на алгоритмическом языке C# платформы Microsoft .Net Framework 4.6. Интерфейс формировался с использованием игрового движка Unity. 3D-модель экспериментальной установки создавалась с помощью графического редактора Blender.

Программное приложение

На рис. 1 представлен скриншот главного окна активированного программного приложения.

Два соосных проводящих кольца располагаются на стойках, которые могут перемещаться по лабораторному столу. Каждое кольцо через амперметр присоединяется проводниками к источнику постоянного тока.

Датчик Холла с помощью указателя мыши может перемещаться вдоль оси колец.



Рис. 1. Скриншот работающего приложения «Исследование магнитного поля колец с токами»

Для начала работы с приложением пользователю необходимо перейти в меню, нажав на иконку «меню» в правом верхнем углу интерфейса.

В открываемом меню с использованием слайдеров задаются значения напряжений на выходах генераторов постоянного тока, радиуса и толщины колец, расстояния между центрами колец. Нажатие кнопки «Считать» инициализирует соответствующие переменные математической модели.

Для успешного выполнения виртуальной лабораторной работы программное приложение транслирует следующие данные:

- над датчиком Холла визуализируется значение его координаты на оси системы колец;
- над каждым проводящим кольцом визуализируется иконка, показывающая направления тока в кольце. Если в кольце тока нет, то иконка отсутствует;

– на цифровых индикаторах амперметров отображаются значения силы тока в проводящих кольцах;

– на цифровом индикаторе прибора, связанного с датчиком Холла, отображается значение индукции магнитного поля.

Для удобства пользователя предусмотрена вкладка, содержащая краткую информацию о работе с приложением. Переход на вкладку осуществляется нажатием на иконку в правом верхнем углу интерфейса.

Также в правом углу интерфейса находится иконка для перехода на вкладку переключения между камерами. Эта вкладка позволяет пользователю увидеть в отдельных окнах изображения цифровых индикаторов с показаниями амперметров и прибора, отображающего показания, получаемые с датчика Холла (значение индукции магнитного поля).

При выполнении студентами разработанной виртуальной лабораторной работы используются инструкции преподавателей, организующих занятия физического практикума.

Заключение

В результате участия в организованной проектной деятельности компьютерного моделирования команда студентов второго курса разработала виртуальную лабораторную работу «Исследование магнитного поля колец с токами», не имеющую реального прототипа в физическом практикуме технического университета. Интерактивный интерфейс виртуальной лабораторной работы позволяет осуществлять симуляцию эксперимента по исследованию магнитного поля колец с помощью датчика Холла. Программное приложение может быть использовано как при очном, так и при дистанционном варианте обучения. В результате проектной деятельности студенты освоили ряд компетенций общего и профессионального характера. Значимым результатом является приобретенный командный опыт создания качественного цифрового продукта, находящего практическое применение в учебном процессе технического университета.

Литература

1. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review / V. Potkonjak [et al.] // *Computers and Education*. 2016. Vol. 95. P. 309–327.
2. Systematic literature review: The adaptation of distance learning process during the COVID-19 pandemic using virtual educational spaces in metaverse / С.А. Onggirawan [et al.] // *Procedia Computer Science*. 2023. Vol. 216, N 15. P. 274–283.
3. Виртуальные лабораторные работы по физике в техническом вузе/ А.А. Машиньян [и др.] // *Перспективы науки и образования*. 2022. № 4 (58). С. 209–224.
4. De Jong T., Linn M.C., Zacharia Z.C. Physical and virtual laboratories in science and engineering education // *Science*. 2013. N 340. P. 305–308.
5. Price C.B., Price-Mohr R. PhysLab: A 3D virtual physics laboratory of simulated experiments for advanced physics learning // *Physics Education (IOP Publishing)*. 2019. Vol. 54, N 3. P. 035006.
6. Ranjan A. Effect of virtual laboratory on development of concepts and skills in physics // *Int. J. Tech. Res. Sci*. 2017. Vol. 2, N 1. P. 15–21.
7. Devyatkin E.M. Virtual interactive laboratory assignments and experiments in physics in the system of education // *Proceedings of the 14th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE)*. 2018. Vol. 1. P. 255–258.
8. Фомичева Е.Е. Виртуальные лабораторные работы в дистанционном обучении физике // *Мир науки, культуры, образования*. 2022. № 1 (92). С. 65–69.
9. Baranov A. V. Virtual Students' Laboratories in the Physics Practicum of the Technical University // *Proceedings of the 13th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE)*. 2016. Vol. 1. P. 326–328.
10. Baranov A.V. Forming computational thinking and computer modeling project activities in the physics course of the technical university // *Proc. ITM Web Conf*. 2020. Vol. 35. P. 03002.
11. Baranov A.V., Beloborodova A.P., Valiaev M.A. Computer modeling and design the virtual lab "Electric field" with a real prototype // *2022 IEEE International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences (SIBIRCON)*. 2022. P. 2020–2023.
12. Баранов А.В. Компьютерное 3D моделирование вращательного движения в студенческих виртуальных проектах // *Физическое образование в ВУЗах*. 2015. Т. 21, № 2. С. 118–127.
13. High school student difficulties in drawing the field lines for two magnets / M. Malgieri, S. Calcagnile, C. Zuccarini, P. Onorato // *Physics Education*. 2021. Vol. 56, N 6. P. 065007.
14. Phenomenographic analysis and comparison of students' conceptual understanding of electric and magnetic fields and the principle of superposition / E. Campos [et al.] // *Phys. Rev. Phys. Educ. Res*. 2021. Vol. 17, N 2. P. 020117.
15. Ramsden E. Hall-effect sensors: Theory and applications. Elsevier Ink. Burlington, 2006. 272 p.
16. Компьютерное моделирование визуальных интерфейсов виртуальных инструментов и приборов / В.М. Дмитриев [и др.] // *Научная визуализация*. 2016. Т. 8, № 3. С. 111–131.

Баранов Александр Викторович

Канд. физ.-мат. наук, доцент каф. общей физики Новосибирского государственного технического университета
К. Маркса пр-т, д. 20, г. Новосибирск, Россия, 630073
Тел.: +7 (383) 346-06-77
Эл. почта: baranov@corp.nstu.ru

Гюнтер Анна Александровна

Студент факультета прикладной математики и информатики Новосибирского государственного технического университета
К. Маркса пр-т, д. 20, г. Новосибирск, Россия, 630073
Тел.: +7 (383) 346-37-54
Эл. почта: markussssss83@gmail.com

Михайловский Михаил Артемович

Студент факультета прикладной математики и информатики Новосибирского государственного технического университета

К. Маркса пр-т, д. 20, г. Новосибирск, Россия, 630073
Тел.: +7 (383) 346-37-54
Эл. почта: maihailovsky18@mail.ru

Пашкова София Григорьевна

Студент факультета прикладной математики и информатики
Новосибирского государственного технического университе-
та
К. Маркса пр-т, д. 20, г. Новосибирск, Россия, 630073
Тел.: +7 (383) 346-37-54
Эл. почта: sofya.pashkova25@gmail.com

Baranov A.V., Gyunter A. A., Mikhailovsky M. A.,
Pashkova S.G.

Project Development of Virtual Laboratory Work ‘Study of Magnetic Field of Rings with Currents’ for a University Workshop in Physics

A project development of a virtual laboratory work ‘Study of the Magnetic Field of Rings with Currents’ for the university workshop in physics is presented. The software product was developed by a team of second-year students in the process of computer modeling project activities. The interactive interface of the virtual laboratory work allows simulating the experiment to study the magnetic field of two conductive rings with the use of a Hall sensor.

Keywords: project activity, computer modeling, virtual laboratory, magnetic field, Hall sensor.

References

- Potkonjak V., Gardner M., Callaghan V., Mattila P., et al. (2016) ‘Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: a review’, *Computers and Education*, (95), pp. 309–327.
- Onggirawan CA, et al. (2023) ‘Systematic literature review: the adaptation of distance learning process during the COVID-19 pandemic using virtual educational spaces in metaverse’, *Procedia Computer Science*, 216(15), pp. 274–283.
- Mashinyan AA, Kochergina NV, Babaev DD, Biriukova OV. Virtual'nyye laboratornyye raboty po fizike v tekhnicheskome vuze [Virtual laboratory work in physics at a technical university]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya* [Perspectives of Science and Education]. 2022;58(4):209–224. (In Russ.)
- De Jong T., Linn MC., Zacharia ZC. (2013) ‘Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education’, *Science*, (340), pp. 305–308.
- Price C.B., Price-Mohr R. (2019) ‘Physical Lab: a 3D virtual physics laboratory of simulated experiments for advanced physics learning’, *Physical Education*;54(3), p. 035006.
- Ranjan A. (2017) ‘Effect of virtual laboratory on development of concepts and skills in physics’, *Int. J. Tech. Res. Sci.*, 2(1), pp. 15–21.
- Devyatkin EM. (2018) ‘Virtual interactive laboratory assignments and experiments in physics in the system of education’, *Proceedings of the 14th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering*, (1), p. 255–258.
- Fomicheva EE. Virtual'nye laboratornyye raboty v distancionnom obuchenii fizike [Virtual laboratory work in distance learning physics]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya* [The world of science, culture, education]. 2022;1(92):65–69. (In Russ.)
- Baranov AV. (2016) ‘Virtual students’ laboratories in the physics practicum of the technical university’, *Proceedings of the 13th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering*, (1), pp. 326–328.
- Baranov AV. (2020) ‘Forming computational thinking and computer modeling project activities in the physics course of the technical university’, *Proc. ITM Web Conf.*, (35), p. 03002.
- Baranov AV, Beloborodova AP, Valiaev MA. (2022) ‘Computer Modeling and Design the Virtual Lab ‘Electric Field’ with a Real Prototype, *IEEE International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences*, pp. 2020–2023.
- Baranov AV. Komp'yuternoye 3D modelirovaniye vrashchatel'nogo dvizheniya v studencheskikh virtual'nykh proyektakh [Computer 3D modeling of rotational motion in student's virtual projects]. *Fizicheskoye obrazovaniye v VuZakh* [Physics in Higher Education]. 2015; 21(2):118–127. (In Russ.)
- Malgieri M., Calcagnile S., Zuccarini C., Onorato P. (2021) ‘High school student difficulties in drawing the field lines for two magnets’, *Physics Education*, 56(6), p. 065007.
- Campos E., Hernandez E., Barniol P., Zavala G. (2021) ‘Phonomyography analysis and comparison of students’ conceptual understanding of electric and magnetic fields and the principle of superposition’, *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.*, (17), p. 020117.
- Ramsden E. (2006) *Hall-effect sensors: Theory and applications*, Elsevier Ink. Burlington.
- Dmitriev VM, Gandzha TV, Gandzha VV, Panov SA. Komp'yuternoye modelirovanie vizual'nykh interfejsov virtual'nykh instrumentov i priborov [Computer simulate of the visual interface in virtual instruments and devices]. *Nauchnaya vizualizaciya* [Scientific Visualization]. 2016;3(8):111–131. (In Russ.)

Alexander V. Baranov

Candidate of Physics and Maths Sciences, Associate Professor,
Department of General Physics, Novosibirsk State Technical
University (NGTU)
20, K. Marx prosp., Novosibirsk, Russia, 630073
Phone: +7 (383-3) 46-06-77
Email: baranov@corp.nstu.ru

Anna A. Gyunter

Student, Applied Mathematics and Informatics Faculty,
Novosibirsk State Technical University (NGTU)
20, K. Marx prosp., Novosibirsk, Russia, 630073
Phone: +7 (383-3) 46-37-54
Email: markussss83@gmail.com

Michael A. Mikhailovsky

Student, Applied Mathematics and Informatics Faculty,
Novosibirsk State Technical University (NGTU)
20, K. Marx prosp., Novosibirsk, Russia, 630073
Phone: +7 (383-3) 46-37-54
Email: maihailovsky18@mail.ru

Sofiya G. Pashkova

Student, Applied Mathematics and Informatics Faculty,
Novosibirsk State Technical University (NGTU)
20, K. Marx prosp., Novosibirsk, Russia, 630073
Phone: +7 (383-3) 46-37-54
Email: sofya.pashkova25@gmail.com

УДК 338.49

Л.Б. Ботаева, М.Г. Даниелян

СТУДЕНЧЕСКИЕ СТАРТАПЫ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ЭЛЕМЕНТ ПОДДЕРЖКИ ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

Представлена программа «Студенческий стартап», относящаяся к Фонду содействия инновациям, которая направлена на поддержку студенческих проектов на федеральном и региональном уровне. Программа рассматривается как эффективный элемент инфраструктуры. Представлены победители программы «Студенческий стартап» по различным ключевым показателям в разрезе региона и страны в целом, по вузам и направлениям. Также дана краткая характеристика организации «Стартап-студия университетов Томска».

Ключевые слова: инновационная инфраструктура, студенческий стартап, стартап-студия, проект, приоритетное направление.

В настоящее время важнейшей задачей является вывод России и ее регионов на новый технологический уровень [1]. Первостепенная роль в решении этой задачи принадлежит инновациям и инновационной деятельности, способным обеспечить непрерывное обновление технической и технологической базы производства, освоение и выпуск новой конкурентоспособной продукции, а также эффективное проникновение товаров и услуг на мировые рынки.

Решение данной задачи в регионах обеспечивается за счёт эффективной инновационной политики и создания мощной инновационной инфраструктуры, поддерживающей как существующие предприятия, так и студентов, начинающих путь в инновационном предпринимательстве [2].

В Томской области достаточно обширно представлены различные структуры поддержки инновационного предпринимательства, которые являются элементами инновационной инфраструктуры, – это студенческие бизнес-инкубаторы, инжиниринговые центры, центр коллективного пользования, Особая экономическая зона, промышленные парки, центры трансфера и внедрения технологий, региональные венчурные фонды и представительства федеральных институтов развития, гарантийные фонды, офисы и отделы коммерциализации, торгово-промышленные палаты и т.д. [2].

Одним из наиболее эффективных элементов инновационной инфраструктуры в Томской области является Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (далее – Фонд содействия инновациям). Это государственный фонд, основной целью которого является финансовая поддержка молодых ученых и малых предприятий, занимающихся научными разработками с высоким потенциалом коммерциализации [3].

Одной из программ по поддержке студенческих стартап-проектов, относящихся к Фонду содействия инновациям, является «Студенческий стартап». Программа направлена на выполнение работ студентами по разработке новых товаров, изделий, технологий или услуг с использованием результатов собственных научно-технических и технологических исследований,

имеющих потенциал коммерциализации и находящихся на самой ранней стадии развития.

В данной программе могут принимать участие студенты и аспиранты, учащиеся российских вузов, не имеющие действующих договоров с Фондом содействия инновациям. Исключения составляют грантополучатели второго года программы «УМНИК» [3].

Конкурс проходит по следующим направлениям [4]:

- ◆ Н1. Цифровые технологии;
- ◆ Н2. Медицина и технологии здоровьесбережения;
- ◆ Н3. Новые материалы и химические технологии;
- ◆ Н4. Новые приборы и интеллектуальные производственные технологии;
- ◆ Н5. Биотехнологии;
- ◆ Н6. Ресурсосберегающая энергетика;
- ◆ Н7. Креативные индустрии.

На сегодняшний день прошли IV очереди конкурса и уже известны победители. Томская область также принимает активное участие в конкурсах и показывает высокие результаты на всероссийском уровне.

Ниже представлено число участников из Томских вузов, ставших победителями по различным направлениям (таблица 1):

- ◆ Национальный исследовательский Томский государственный университет (НИ ТГУ);
- ◆ Национальный исследовательский Томский политехнический университет (НИ ТПУ);
- ◆ Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР);
- ◆ Сибирский государственный медицинский университет (СибГМУ);
- ◆ Томский государственный архитектурно-строительный университет (ТГАСУ).

Исходя из данных, представленных в таблице, можно сделать следующие выводы.

Наибольшее количество победителей от Томской области было в I и в IV очередях – 44. При этом данный показатель в первой очереди составляет 6,9% от общего числа победителей по стране. Во очереди II наблюдается наименьшее число победителей, здесь от

Томской области их 11, в процентном соотношении к общему числу победителей – 2,1%. Очередь III выделяется наибольшим общим числом победителей по стране, здесь их 1235. На Томскую область приходится 44

победителя, что составило 3,6% от общего числа победителей конкурса. В четвертой очереди победителями от Томска стал 31 проект. К общему числу победителей по России данный показатель составляет 5,6%.

Таблица 1
Число победителей Студенческого стартапа из томских вузов и общее число победителей по стране

Очередь программы	Наименование вуза					ИТОГО по Томской области	ВСЕГО по России
	НИ ТГУ	НИ ТПУ	ТУСУР	ТГАСУ	СибГМУ		
I	11	13	14	5	1	44	650
II	4	5	2	–	–	11	518
III	15	14	8	4	3	44	1235
IV	9	8	7	3	3	31	555

Наиболее успешной для Томска стала очередь I программы, здесь наблюдается наибольшее число победителей в процентном соотношении к общему числу победителей по стране – 6,9. Рассмотрим успех Томских вузов и приоритетные направления каждого из них.

Абсолютным победителем по результатам всех IV очередей становится НИ ТПУ, опережая НИ ТГУ всего на 1 проект.

В очереди I лидирует ТУСУР, занимающий 3-е место в общем рейтинге по вузам, здесь мы видим 14 проектов-победителей.

Во очереди II лидером становится НИ ТПУ, по результатам III и IV очередей лидирует НИ ТГУ.

Таким образом, места распределились следующим образом:

- I очередь – ТУСУР (14 проектов);
- II очередь – НИ ТПУ (5 проектов);
- III очередь – НИ ТГУ (15 проектов);
- IV очередь – НИ ТГУ (9 проектов).

Несмотря на то что последние две очереди лидером становится НИ ТГУ, в общем зачете он уступает место НИ ТПУ. Рассмотрим данные по направлениям программы (таблица 2).

Таблица 2
Число проектов - победителей в разрезе вузов по направлениям

Наименование направления	Наименование вуза					ИТОГО проектов по направлению
	НИ ТГУ	НИ ТПУ	ТУСУР	ТГАСУ	СибГМУ	
Н1. Цифровые технологии	6	7	18	–	–	31
Н2. Медицина и технологии здоровьесбережения	3	3	1	–	7	14
Н3. Новые материалы и химические технологии	12	5	–	3	–	20
Н4. Новые приборы и интеллектуальные производственные технологии	2	11	10	1	–	24
Н5. Биотехнологии	4	2	–	–	–	6
Н6. Ресурсосберегающая энергетика	–	2	1	–	–	3
Н7. Креативные индустрии	12	10	1	8	–	31

Анализируя таблицу, можно сделать вывод, что самыми популярными направлениями среди вузов в целом по Томской области стали «Н1. Цифровые технологии» и «Н7. Креативные индустрии». По направлению «Н1. Цифровые технологии» абсолютным лидером является ТУСУР, победивший в 18 проектах. По направлению «Н2. Медицина и технологии здоровьесбережения» лидером становится СибГМУ, здесь 7 проектов-победителей. В целом лидирующие позиции соответствуют основным направлениям подго-

товки в вузах, но стоит отметить, что и в менее приоритетных направлениях для вузов проекты студентов попадали в число лучших.

В заключение хотелось бы отметить, что поддержка студентов в инновационном развитии Томской области не стоит на месте. Так, в ноябре 2022 года в регионе появилась новая организация – «Стартап-студия университетов Томска». Она является одной из 20 подобных существующих стартап-студий. Уникальность ее заключается в том, что в этом случае учредителем

стал не один вуз, а сразу три – Томский университет систем управления и радиоэлектроники, Томский политехнический университет и Томский государственный университет. Участниками стартап-студии могут стать не только студенты, но и научные коллективы, сотрудники любых вузов Томска и предприниматели. Участие возможно как в командах, так и индивидуально. Что касается направлений, между вузами они определены следующим образом: Томский университет систем управления и радиоэлектроники работает над стартапами в области ИТ, электроники и связи, Томский политехнический – в области энергетики, Томский государственный университет – в сфере биотехнологий и новых материалов [5].

Литература

1. Меньшикова В.И., Кармышев Ю.А. Модернизация инновационной подсистемы региона как фактор его устойчивого развития. 2022. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modernizatsiya-innovatsionnoy-podsistemy-regiona-kak-faktor-ego-ustoychivogo-razvitiya> (дата обращения: 20.11.2023).
2. Ботаева Л.Б., Шимко Н.В. Обзор деятельности институтов развития Томской области в 2021–2022 годах // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Трансформация образования, науки и производства – основа технологического прорыва: материалы междунар. науч.-метод. конф., 26-27 января 2023 г., Томск, Россия. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2023. В 2 ч. Ч. 1 С. 203–208.
3. Официальный сайт Фонда содействия инновациям . Студенческий стартап. URL: <https://fasie.ru/fund/> (дата обращения: 20.11.2023).
4. Положение о программе «Студенческий стартап» (в рамках федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства»). М., 2023. URL: https://fasie.ru/upload/docs/Pol_Studstartup-4.pdf (дата обращения: 20.11.2023).
5. Официальный сайт Стартап-студии университетов Томска // Основная информация. URL: <https://startupstudio-tomsk.ru/> (дата обращения: 21.11.2023).

Ботаева Лариса Борисовна

Канд. техн. наук, доцент каф. управления инновациями (УИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID (0000-0002-9030-2955)
Тел.: +7 (913) 858-8012
Эл. почта: larisa.b.botayeva@tusur.ru

Даниелян Мариам Гамлетовна

Магистрант факультета инновационных технологий (ФИТ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (952) 894-08-84
Эл. почта: Dmg1992@yandex.ru
Botayeva L.B., Danielyan M.G.

Student Startups as an Important Element of Supporting Innovative Entrepreneurship

The program ‘Student Startup’ that related to the Foundation for Innovation Promotion aimed at supporting student projects at the federal and regional levels is presented. It is considered as an effective element of the infrastructure. The winners of the program are presented according to various key indicators over the region, the country as well as the universities and directions. A brief description of the organization ‘Startup Studio of Tomsk Universities’ is given.

Keywords: innovative infrastructure, student startup, startup studio, project, priority direction.

References

1. Menshikova VI, Karmyshev YuA, Modernizaciya innovacionnoj podsistemy regiona kak faktor ego ustojchivogo razvitiya [Modernization of the region’s innovation subsystem as a factor in its sustainable development]. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/modernizatsiya-innovatsionnoy-podsistemy-regiona-kak-faktor-ego-ustoychivogo-razvitiya> [Accessed: 11 November 2023]. (In Russ.)
2. Botayeva LB, Shimko NV. Obzor deyatelnosti institutov razvitiya Tomskoj oblasti v 2021–2022 godah [Review of the activities of development institutions of the Tomsk region in 2021 – 2022]. *Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti. Transformaciya obrazovaniya, nauki i proizvodstva – osnova tekhnologicheskogo proryva. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii* [Modern education: integration of education, science, business and government. Transformation of education, science and production is the basis of a technological breakthrough. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR; 2023:203-208. (In Russ.)
3. Oficial'nyj sajt Fonda sodejstviya innovacijam. Studencheskij startap [Official website of the Foundation for Assistance to Innovations. Student Startup. Available from: <https://fasie.ru/fund/> [Accessed: 20 November 2023]. (In Russ.)
4. Polozhenie o programme «Studencheskij startap» (v ramkah federal'nogo proekta «Platforma universitetskogo tekhnologicheskogo predprinimatel'stva») [Regulations on the Student Startup program (within the framework of the federal project ‘Platform of University Technological Entrepreneurship’]. Moscow: 2023. Available from: https://fasie.ru/upload/docs/Pol_Studstartup-4.pdf [Accessed: 11 November 2023]. (In Russ.)
5. Oficial'nyj sajt Startap-studii universitetov Tomska [Official website of the Startup Studio of Tomsk Universities]. Available from: <https://startupstudio-tomsk.ru/> [Accessed: 21 November 2023]. (In Russ.)

Larisa B. Botayeva

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Department of Innovation Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0002-9030-2955)
Phone: +7 (913-8) 58-80-12
Email: larisa.b.botayeva@tusur.ru

Mariam G. Danielyan

Master Student, Faculty of Innovative Technologies, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR).
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (952-8) 94-08-84
Email: Dmg1992@yandex.ru

Секция 4

РОЛЬ СОВРЕМЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА В НАЦИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОСИСТЕМЕ

УДК 623.746

М.Ю. Катаев, Е.Ю. Карташов

МЕТОДИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ОБУЧЕНИЯ РАБОТЕ С БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Представлено описание развития направления, связанного с беспилотными летательными аппаратами, их применением в различных отраслях народного хозяйства. Отмечается, что для этого направления необходимо выполнять подготовку операторов – тех, кто управляет беспилотными летательными аппаратами. Обсуждаются различные направления подготовки операторов и отмечается, что, помимо операторов и разработанных для них методических материалов, необходимы методические материалы для других направлений. К таким направлениям можно отнести разработку аппаратов разного типа (мультикоптеры и самолеты), а также обработку результатов измерений.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, обучение, методика, методические материалы.

В Федеральном законе от 03.07.2016 № 291-ФЗ «О внесении изменений в Воздушный кодекс Российской Федерации» определяется термин «Беспилотная авиационная система» (БАС) как «комплекс взаимосвязанных элементов, включающий в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов, средства обеспечения взлета и посадки, средства управления полетом одного или нескольких беспилотных воздушных судов и контроля за полетом одного или нескольких беспилотных воздушных судов. БАС, помимо беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), состоит из бортового комплекса управления, полезной нагрузки и наземной станции управления. Беспилотный летательный аппарат в общем случае – это летательный аппарат без экипажа на борту».

В настоящее время для решения задач разного типа в различных научных и хозяйственных направлениях стали популярны беспилотные авиационные системы или беспилотные летательные аппараты. Несмотря на то что такие аппараты развивались еще 100 лет назад, только последние 15 лет начался активный период их развития. Это связано с появлением мощных электрических батарей, развитием систем телекоммуникации, вычислительной техники, миниатюризацией устройств и существенным уменьшением их веса. Кроме того, за счет увеличения числа выпускаемых летательных аппаратов, оптимизации их летных конструкций и сборки произошло существенное удешевление производства БПЛА. Однако стоимость все равно остается достаточно значительной, если говорить о беспилотных аппаратах промышленного назначения. Основные направления применения БПЛА связаны с получением изображений поверхности в задачах сельского, водного, автомобильного и лесного хозяйств, геодезии и картографии, с доставкой грузов, научными исследованиями, кинематографией и т.д.

В связи с увеличением возможностей БПЛА к переносу различной измерительной аппаратуры и получению разнообразных данных (RGB- и мультиспектральных изображений, плотного облака лазерных точек,

радаров и тепловизоров) растет количество задач, а значит персонала, который обслуживает БПЛА. Поэтому возникает новое направление, весьма популярное – подготовка инженеров, разработчиков и эксплуатационщиков БПЛА. Причем это происходит примерно в одинаковом темпе как в России, так и за рубежом. Надо отметить, что квалифицированных кадров, которые бы решали многообразные задачи применения БПЛА, не хватает, а это ведет к дефициту преподавателей, знающих разнообразные аспекты в данной сфере.

Другой аспект использования БПЛА связан с разработкой и применением законов и нормативно-правовых актов. Тем не менее практическое использование таких аппаратов остается на высоком уровне, появляются новые идеи и технологии, которые связаны с разнообразными аспектами повышения летного качества, удобства выполнения полетов, контроля полетов, посадки и др.

Наличие значительного круга научных и практических задач в отраслях народного хозяйства России подразумевает необходимость наличия широкого спектра типов БПЛА. Надо заметить, что в настоящее время уже определились классы БПЛА – это мультироторные, самолетного и вертолетного типов, а также конвертопланы. Самые популярные и массовые типы связаны с мультироторными системами за счет минимальной необходимости сборки, относительной дешевизны, простоты обслуживания и применения, понимания принципов применения.

БПЛА самолетного типа появились одними из первых, однако ввиду сложности их применения на практике они используются реже, чем мультироторные. Вертолетные БПЛА и конвертопланы давно известны (более в исследовательской сфере и менее на практике) и только начинают применяться, поэтому сложно предсказать их возможности.

Для БПЛА установлены Правительством Российской Федерации от 25 мая 2019 г. № 658 «Правила учета беспилотных гражданских воздушных судов с мак-

симальной взлетной массой от 0,25 до 30 кг, ввезенных или произведенных в Российской Федерации».

В рамках данных Правил определяются условия постановки на учет приобретенного БПЛА, для чего требуется: «1) фотография БПЛА; 2) заявление о постановке на учет со сведениями (информация о беспилотном воздушном судне и его технических характеристиках; тип беспилотного воздушного судна, присвоенный производителем); 3) серийный идентификационный номер, количество установленных двигателей и их вид, информация об изготовителе беспилотного воздушного судна. Вместе с БПЛА необходимо указать и его владельца: 1) юридические лица: полное наименование, основной государственный регистрационный номер, ИНН, адрес; 2) для ИП: ФИО, ОГРНИП, ИНН, адрес места жительства; 3) для физического лица: ФИО, дата и место рождения, страховой номер индивидуального лицевого счета, номер, серия и дата выдачи документа, удостоверяющего личность, адрес места жительства. Разрешение на съемку с БПЛА в особых зонах является обязательным. Без документа пилот не имеет права осуществлять съемку».

Чтобы применять БПЛА для научных или исследовательских задач, необходимо пройти обучение и получить соответствующее удостоверение. В этом плане надо отметить, что практически все образовательные курсы предназначены для подготовки операторов БПЛА. Как правило, типовые курсы имеют программы, состоящие из частей: 1) теоретическая подготовка; 2) практическая подготовка – учебно-тренировочные полеты; 3) практическая подготовка – настройка и обслуживание БПЛА; 4) анализ и обработка данных, получаемых с БПЛА, использование специализированного программного обеспечения. В итоге оператор (пилот) БПЛА должен знать этапы подготовки беспилотного летательного аппарата к полетам, создание полетных заданий (маршрута полета), настройку оборудования, которое крепится к БПЛА (цифровой камеры, мультиспектральной камеры, сканирующего лидара или др.), правила проведения полетов (правильный подъезд к точке полета, точки взлета и посадки и т.д.), оформление необходимой документации и, кроме этого, выполнение технического обслуживания и ремонта БПЛА. Область таких направлений для обучения постоянно расширяется, что связано с ростом областей применения аппаратов. В качестве примера можно привести обеспечение автономного полета беспилотного летательного аппарата, визуальную навигацию беспилотных летательных аппаратов, определение положения и ориентацию БПЛА в пространстве.

Однако, помимо операторов, в «мире БПЛА» есть другие направления, где очень мало информации, представленной в виде методического обеспечения, а именно: разработка БПЛА разных типов, а также обработка измерений, выполненных с помощью БПЛА.

Очень слабо представлены пособия по разработке БПЛА, что, скорее всего, связано со сложностью данной тематики в математическом и вычислительном плане. Однако методического обеспечения по разработке модельного авиастроения достаточно много и этим направлением занимаются с начальных классов школы. К этому направлению можно отнести и программирование, когда для БПЛА необходимо составлять маршрутные карты, которые связаны с географическими координатами пространства полета, а также создавать маршруты полета с простым или сложным рельефом, наличием препятствий (линии электропередач, здания, лесные околки на сельскохозяйственных полях и т.д.).

Другое, менее всего затрагиваемое направление подготовки для БПЛА связано с обработкой данных и изображений. Некоторые курсы подготовки операторов обучают использованию программ обработки изображений БПЛА. Для получаемого набора изображений, как правило, строится ортофотоплан (формат Tiff) как мозаика всех полученных изображений, которые выровнены и слиты воедино. Кроме этого, типовой информацией, получаемой вместе с ортофотопланом, является цифровая модель местности в формате DEM (digital elevation model), а также цифровая модель высот. Для решения этих задач существуют такие программы, как Agisoft, Pix4D, PhtoScan, Photomod и др. Как правило, эти программы являются коммерчески распространяемыми, а значит не всегда доступными для обучения. Кроме того, программы отличаются друг от друга по функционалу и интерфейсу, что затрудняет переход с одной программы на другую.

Так или иначе ортофотоплан и DEM являются всего лишь изображением, достаточно большим, поэтому необходимо иметь специализированное графическое приложение, которое позволяет его отобразить. Следующий этап обработки, связанный с автоматизированным поиском объектов на ортофотоплане, практически не преподается на курсах, хотя именно это направление является наиболее важным при работе с БПЛА.

Заключение

Приведены рекомендации методического обеспечения, решающего все три затрагиваемые направления, возникающие при применении БПЛА, а именно разработка, управление и обслуживание, обработка данных.

Литература

1. Обзор мирового и отечественного рынка БПЛА. URL: <https://dfnc.ru/security/obzor-mirovogo-i-otechestvennogo-rynka-bpla/> (дата обращения: 09.11.2023).
2. Рынок беспилотных летательных аппаратов 2020-2025: 5 ключевых особенностей. URL: <https://skymec.ru/blog/drone-use-cases/5-osobennostey-rynka-2020-2025/> (дата обращения: 09.11.2023).

3. Замятин П.А. Вопросы эксплуатации беспилотных авиационных систем // Славянский форум. 2021. № 1 (31). С. 297–304.

4. Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. М.: Техносфера, 2015. 312 с.

5. Системы ориентации и наведения беспилотных летательных аппаратов: учеб. пособие / В.В. Лентовский [и др.]. СПб.: БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, 2019. 86 с.

6. Бабеева Е.Р., Староста Н.П. Создание и обработка проекта беспилотного летательного аппарата на цифровой фотограмметрической системе PHOTOMOD: метод. указания. Новосибирск: СГУГиТ, 2022. 32 с.

Катаев Михаил Юрьевич

Д-р техн. наук, профессор каф. автоматизированных систем управления (АСУ), научный руководитель центра космического мониторинга земли из космоса Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия, 634050

Тел.: (3822) 70-15-36, +7 (960) 975-27-85

Эл. почта: kmy@asu.tusur.ru

Карташов Евгений Юрьевич

Канд. техн. наук, доцент каф. «Машины и аппараты химических и атомных производств» Северского технологического института Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»

Коммунистический пр-т, 65, г. Северск, Россия, 636036

Тел.: (3823) 780-240, +7 (905) 991-66-92

Эл. почта: kart.62@yandex.ru

Kataev M. Yu., Kartashov E. Yu.

Methodological Component of Training to Work with Unmanned Aerial Vehicles

The description of the direction development unmanned aerial vehicles and their application in various sectors of national economy is presented. It is noted that for this direction it is necessary to train operators for controlling unmanned aerial vehicles. Various areas of operator training as well as some methodological materials already developed and those of needed for other areas are described. These areas include developing various aerial vehicles such as multicopters and airplanes as well as processing measurement results.

Keywords: template, component, formatting, style, correct way to use the styles.

References

1. Obzor mirovogo i otechestvennogo rynka BPLA [Overview of the global and domestic UAV market]. Available from: <https://dfnc.ru/security/obzor-mirovogo-i-otechestvennogo-rynka-bpla/> [Accessed: 09 November 2023]. (In Russ.)

2. Rynok bespilotnyh letatel'nyh apparatov 2020-2025: 5 klyuchevykh osobennostej [Market of unmanned aerial vehicles 2020-2025: 5 key features]. Available from: <https://skymec.ru/blog/drone-use-cases/5-osobennostey-rynka-2020-2025/> [Accessed: 09 November 2023]. (In Russ.)

3. Zamyatin PA. Voprosy ekspluatatsii bespilotnyh aviacionnyh sistem [Issues of operation of unmanned aircraft systems]. Slavyanskij forum [Slavic Forum]. 2021;1(31):297–304. (In Russ.)

4. Randal W. Beard Timothy W. McLane. Malye bespilotnye letatel'nye apparaty: teoriya i praktika [Small unmanned aerial vehicles: theory and practice]. M.: Technosphere;2015. (In Russ.)

5. Lentovskiy VV. Sistemy orientatsii i navedeniya bespilotnyh letatel'nyh apparatov [Orientation and guidance systems for unmanned aerial vehicles]. St. Petersburg: BSTU 'Voenmech' named after. D.F. Ustinova;2019. (In Russ.)

6. Babeeva ER, Starosta NP. Sozдание i obrabotka proekta bespilotnogo letatel'nogo apparata na cifrovoj fotogrammetricheskoj sisteme PHOTOMOD [Creation and processing of a project of an unmanned aerial vehicle on the digital photogrammetric system PHOTOMOD]. Novosibirsk: SGUGiT; 2022. (In Russ.)

Mikhail Yu. Kataev

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Department of Automated Control Systems, Scientific Adviser, Center for Space Monitoring of the Earth from Space, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenin prosp., Tomsk, Russia, 634050

Phone: +7 (382-2) 70-15-36, +7 (960-9) 75-27-85

Email: kmy@asu.tusur.ru

Evgeny Yu. Kartashov

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Department of Machines and Devices of Chemical and Nuclear Production, Seversk Technological Institute of the National Research Nuclear University (MEPhI)

65, Kommunistichesky prosp, Seversk, Russia, 636036

Phone: +7 (382-3) 78-02-40, +7 (905-9) 91-66-92

Email: kart.62@yandex.ru

УДК 330.34

М.Г. Сидоренко

ОБРАЗОВАНИЕ КАК ЭЛЕМЕНТ ИННОВАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОСИСТЕМ

Рассматриваются актуальные вопросы изучения роли инновационной составляющей в устойчивом развитии национальных экосистем. Рассмотрен Глобальный инновационный индекс как инструмент оценки инновационного потенциала и результатов его использования. Проанализирована связь между покомпонентными рейтинговыми позициями национальных экономик для ресурсов и результатов использования инноваций. Выявлена взаимосвязь между рейтинговыми значениями показателей, характеризующих образование и уровень развития технологий, и экономикок знаний в Глобальном инновационном индексе.

Ключевые слова: устойчивое развитие, Глобальный инновационный индекс, анализ инновационного развития, факторы инновационного развития.

Роль инновационной составляющей в устойчивом развитии экосистем

Инновационная составляющая играет важную роль в устойчивом развитии экосистем, так как «вложения в инновационный сектор – это движущая сила долгосрочного развития и устойчивого роста экономики страны» [1].

Согласно концепции устойчивого развития ООН, объединяющей экономическую, экологическую и социальную сферы, для достижения ее целей необходимо разрабатывать и использовать новые технологии, которые будут способствовать рациональному использованию ресурсов, снижению негативного влияния на экологию с одновременным ростом качества жизни. Примерами таких инноваций могут быть «зеленая» энергетика, вторичная переработка отходов, замена сырья на более безопасное, контроль за эффективным использованием водных ресурсов.

Важную роль в парадигме устойчивого развития играют социальные инновации, так как они способствуют решению социальных проблем общества и достижению социальной справедливости. К примерам таких инноваций можно отнести новые технологии в здравоохранении, модернизацию программ борьбы с бедностью, создание новых механизмов для взаимодействия человека и государства.

Воздействие образовательных инноваций на национальную экосистему проявляется сразу в двух сферах: социальной и экономической. С одной стороны, они способствуют развитию общества, с другой – создают высококвалифицированные кадры в соответствии с современными требованиями. К таким инновациям можно отнести использование новых технологий обучения (например, групповое, проектное и интерактивное обучение), междисциплинарные программы, сотрудничество с предприятиями.

Оценка влияния инноваций на устойчивое развитие экосистем является сложным процессом, который требует комплексного подхода и учета различных факторов. Важно учитывать различные аспекты, которые

могут воздействовать на национальную экосистему и ее элементы. Для этого требуется разработка и применение специально разработанных методологий и инструментов для измерения и учета экологических, социальных и экономических показателей.

Оценка влияния инноваций на сферы экосистемы должна учитывать как краткосрочные, так и долгосрочные эффекты, так как между разработкой инноваций и отдачей от них может пройти длительное время.

Глобальный инновационный индекс (Global Innovation Index – GII)

Глобальный инновационный индекс (ГИИ) – это инструмент, используемый для оценки инновационного потенциала и результатов его использования в различных странах. Он предоставляет полезную информацию для принятия решений в области политики и стратегии развития, а также для привлечения инвестиций и технологического сотрудничества.

ГИИ разрабатывается совместно Всемирной организацией интеллектуальной собственности (ВОИС) и другими партнерами. Расчет индекса основан на сборе и анализе данных из различных источников, включая международные организации, национальные статистические службы и академические исследования. В расчете используется более 80 показателей-индикаторов, характеризующих инновационные процессы в национальных экономиках, в том числе систему образования, инфраструктуру, создание и использование знаний. Результаты расчета ГИИ представляются в виде рейтинга, который позволяет сравнивать инновационные возможности и достижения в различных странах.

Глобальный инновационный индекс основан на расчете двух промежуточных индексов: субиндекса ресурсов инноваций и субиндекса результатов инноваций, каждый из которых также использует данные нескольких компонентов. Схема расчета ГИИ, включая субиндексы и их компоненты, в общем виде представлена на рис. 1.

Глобальный инновационный индекс (ГИИ)						
Субиндекс ресурсов инноваций				Субиндекс результатов инноваций		
Институты	Человеческий капитал и наука	Инфраструктура	Развитие внутреннего рынка	Развитие бизнеса	Развитие креативной деятельности	Развитие технологий и экономики знаний

Рис. 1. Схема расчета Глобального инновационного индекса (Global Innovation Index)

В 2023 г. индекс был рассчитан для 132 национальных экономик. В соответствии с опубликованными данными о Глобальном инновационном индексе в 2023 г. (ГИИ-2023) Российская Федерация занимает 51-е место из 132, спустившись за последний год на 4 пункта [2].

По классификации ГИИ-2023 страны, для которых рассчитывается индекс, делятся на 4 группы в зави-

симости от уровня дохода. Россия находится в группе стран с доходом выше среднего (Upper middle-income group по классификации ВОИС), занимая 7-е место из 33 в 2023 г. Среди стран Европы Российская Федерация занимает 31-е место из 39. В таблице 1 представлены ключевые показатели рейтинга Российской Федерации в соответствии с отчетами о Глобальном инновационном индексе в период с 2020 по 2023 год.

Таблица 1

Основные показатели Российской Федерации в 2020–2023 годах*

Показатель	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Глобальный инновационный индекс	35,63	36,6	34,3	33,3
Рейтинговое место в мире	47	45	47	51
Рейтинговое место в Европе	32	29	30	31
Рейтинговое место в группе стран с доходом выше среднего	6	6	7	7

*Источник данных: база данных Глобального инновационного индекса, ВОИС.

Покомпонентные значения рейтинга России за период с 2020 по 2023 год (таблица 2) характеризуются неравномерной динамикой положительных и отрицательных изменений. Например, уровень высшего образования в стране продолжает развиваться, что способствует повышению квалификации и конкурен-

тоспособности. Однако есть и области, где слабые стороны не компенсируются, что может быть связано с различными факторами, такими как бюрократические процессы, недостаточное развитие определенных инфраструктурных секторов или недостаточная поддержка инноваций [3].

Таблица 2

Значения рейтинга Российской Федерации в 2020–2023 годах (по компонентам) *

Год	Институты	Человеческий капитал и наука	Инфраструктура	Развитие внутреннего рынка	Развитие бизнеса	Развитие креативной деятельности	Развитие технологий и экономики знаний
2020	71	30	60	55	42	50	60
2021	67	29	63	61	44	48	56
2022	89	27	62	48	44	51	48
2023	110	26	72	56	44	54	53

*Источник данных: База данных Глобального инновационного индекса, ВОИС.

Россия обладает значительным потенциалом для реализации инновационных программ. Однако санкции против России оказывают негативное влияние на эти процессы. Они приводят к низким финансовым показателям в различных технологических отраслях и создают проблемы с привлечением высококвалифицированных специалистов. Государству необходимо минимизировать отрицательное влияние санкций на экономику и увеличить финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) [4].

Следует отметить, что за последний год наблюдается ухудшение позиций России по всем показателям, кроме компонента «Человеческий капитал и наука», учитывающего в том числе показатели системы высшего образования.

Образование в инновационных экосистемах

Современные университеты являются ключевыми акторами в развитии инноваций, способствуя экономическому росту, созданию новых технологий и подготовке квалифицированных кадров. Они играют важную роль в следующих аспектах:

1. Образование и подготовка кадров. Высшие учебные заведения – это основные центры образования и подготовки специалистов в различных областях знаний, обеспечивающие высококвалифицированный кадровый потенциал, необходимый для инновационного устойчивого развития страны.

2. Научно-исследовательская деятельность. В университетах активно занимаются научными исследованиями и разработками, проводят фундаментальные и прикладные исследования, разрабатывают новые технологии и находят инновационные решения для различных отраслей экономики.

3. Трансфер технологий и партнерство с бизнесом. Вузы сотрудничают с промышленными предприятиями, стартапами и другими организациями, помогая им коммерциализировать научные разработки и интегрировать инновационные решения.

В Глобальном инновационном индексе учет показателей образования отражается преимущественно во входном компоненте «Человеческий капитал и наука», опирающемся на расчет таких индикаторов, как «Образование», «Высшее образование», «Научные исследования и разработки». Компонент «Развитие технологий и экономики знаний» является результативным и учитывает в том числе взаимодействие бизнеса, высшего образования и науки.

В таблице 3 представлены значения некоторых ключевых компонентов-индикаторов и их рейтинговые позиции, характеризующие образовательные и научные направления в ГИИ-2023, включая ресурсы и результаты инноваций. При анализе данных следует учитывать, что некоторые сведения публикуются с задержкой от 1 года до 3 лет, о чем предупреждают авторы индекса.

Расходы на образование включают в себя местные, региональные и центральные государственные затраты на образование в процентах от ВВП. Российская Федерация находится на 90-й позиции по этому показателю, что соответствует 3,5%.

Охват высшим образованием (%) – это соотношение общего числа студентов, которые обучаются в вузах независимо от их возраста, к численности населения, официально соответствующей уровню обучения возрастной группы.

Процент выпускников в области науки и инженерии (%) – это отношение выпускников системы высшего образования, получивших квалификацию в области естественных наук, математики, статистики, информационных технологий, производства, инженерии и строительства, к общему числу выпускников высшего образования.

Процент иностранных студентов, получающих высшее образование (%), – это отношение числа студентов из-за рубежа, обучающихся в стране, к общему числу студентов, поступивших в вузы.

Исследователи (эквивалент полной занятости (ФТЕ) на миллион населения) – численность профессиональных исследователей, занимающихся научно-исследовательской деятельностью. Они создают новое программное обеспечение, проводят научные исследования, разрабатывают новые теории, методы и модели.

Валовые затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (% от ВВП) представляют собой внутренние затраты на НИОКР в течение определенного периода в процентном отношении к ВВП независимо от источника финансирования.

Наукоемкая занятость (%) – доля людей, связанных со знаниями, от общего числа занятых лиц. При этом принадлежность профессии к наукоемкой определяется в соответствии с Международной стандартной классификацией профессий.

Степень сотрудничества между бизнесом и университетами в области научно-исследовательских работ определяется на основе опроса. Респондентами являются руководители, которые отвечают на вопрос: «Насколько в вашей стране бизнес и университеты сотрудничают в области научно-исследовательских работ»? Предполагаются ответы в диапазоне от 1 (совсем не сотрудничают) до 7 (сотрудничают в большой степени).

Процентная доля импорта высоких технологий в общем объеме торговли (%) – это процентное соотношение импорта высоких технологий к общему объему торговли. К высоким технологиям относятся технические продукты с высокой интенсивностью исследований и разработок (согласно классификации Евростата), такие как компьютеры, электроника и телекоммуникации, научные инструменты, электрические машины и другие продукты.

Доля импорта высоких технологий в общем объеме торговли (%) – рассчитывается как отношение размера

экспорта высоких технологий, включающих технические продукты с высокой интенсивностью исследований и разработок, к общему объему торговли. В соответствии с классификацией Евростата к продуктам высоких технологий относятся товары таких секторов, как авиакосмическая промышленность, компьютеры, офисные машины, фармацевтика, научные инструменты, электрические машины, неэлектрические машины и другие.

Результативный компонент «Создание знаний» учитывает число патентов и полезных моделей, ко-

личество научных и технических статей, их цитируемость.

Рост производительности труда (%) рассчитывается как среднее значение за пять последних доступных лет, при этом в качестве меры производительности труда используется показатель роста ВВП на одного занятого в экономике.

Расходы на программное обеспечение (% от ВВП) – расходы на приобретенное или арендованное пакетное программное обеспечение (инструменты программирования, утилиты, операционные системы, системы управления базами данных и приложения).

Таблица 3

Значения и рейтинги некоторых компонентов в Глобальном инновационном индексе для Российской Федерации (2023 год)*

	Название компонента	Оригинальное название компоненты	Значение показателя	Позиция в рейтинге
Ресурсы инноваций	Расходы на образование (% от ВВП)	Expenditure on education, % GDP	3,5	90
	Охват высшим образованием (%)	Tertiary enrolment, % gross	86,4	16
	Процент выпускников в области науки и инженерии (%)	Graduates in science and engineering, %	32,6	13
	Процент иностранных студентов, получающих высшее образование (%)	Tertiary inbound mobility, %	5	49
	Исследователи (чел./млн чел. населения)	Researchers, FTE/mn pop.	2711,9	33
	Валовые затраты на НИОКР (% от ВВП)	Gross expenditure on R&D, % GDP	1,1	37
	Наукоемкая занятость (%)	Knowledge-intensive employment, %	36,7	38
	Валовые затраты на НИОКР, выполняемые предприятиями (% от ВВП)	GERD performed by business, % GDP	0,2	55
	Валовые затраты на научно-исследовательские работы и развитие, финансируемые предприятиями (% от общих валовых затрат на научно-исследовательские и развитие).	GERD financed by business, %	37,8	49
	Степень сотрудничества между бизнесом и университетами в области НИОКР	University–industry R&D collaboration†	36,5	81
	Процентная доля импорта высоких технологий в общем объеме торговли (%)	High-tech imports, % total trade	6,5	96
	Доля импорта информационно-коммуникационных технологий в общем объеме торговли (%)	ICT services imports, % total trade	2,9	19
	Результаты инноваций	Создание знаний	Knowledge creation	29,5
Рост производительности труда (%)		Labor productivity growth, %	1,3	56
Расходы на программное обеспечение (% от ВВП)		Software spending, % GDP	0,2	73
Производство высоких технологий (% от общего объема производства)		High-tech manufacturing, %	29	43

* Источник данных: База данных Глобального инновационного индекса, ВОИС.

Для выявления взаимосвязи между рейтинговыми значениями компонента «Человеческий капитал и наука», относящегося к ресурсам инноваций, и компонента «Развитие технологий и экономики знаний» удобно использовать точечный график (рис. 2). Ось

абсцисс соответствует рейтингу входных факторов, характеризующих ресурсы инноваций; ось ординат – рейтингу выходных факторов, характеризующих результаты инноваций. Следует учитывать, что чем выше рейтинг – тем ближе к началу координат располагает-

ся точечное значение соответствующей национальной экономики. Очевидна прямая зависимость между значениями рейтинговых позиций страны по ресурсным и результативным показателям. Линия тренда на графике показывает некие усредненные значения компонента результатов инноваций при входных значениях компонента ресурсов инноваций. На рисунке выделена точка, соответствующая рейтингу России: 26-е место по компоненту «Человеческий капитал и наука» и 54-е по «Развитию технологий и экономике знаний». Рас-

положение выше линии свидетельствует о более низком значении рейтинга по результатам использований инноваций в сравнении с усредненным мировым трендовым значением. Согласно линии тренда, 26-му месту в рейтинге по «Человеческому капиталу и науке» должно соответствовать 33-е место в рейтинге «Развитие технологий и экономики знаний». Можно сделать вывод, что национальная экосистема Российской Федерации не в полной мере использует инновационный потенциал образования и науки.

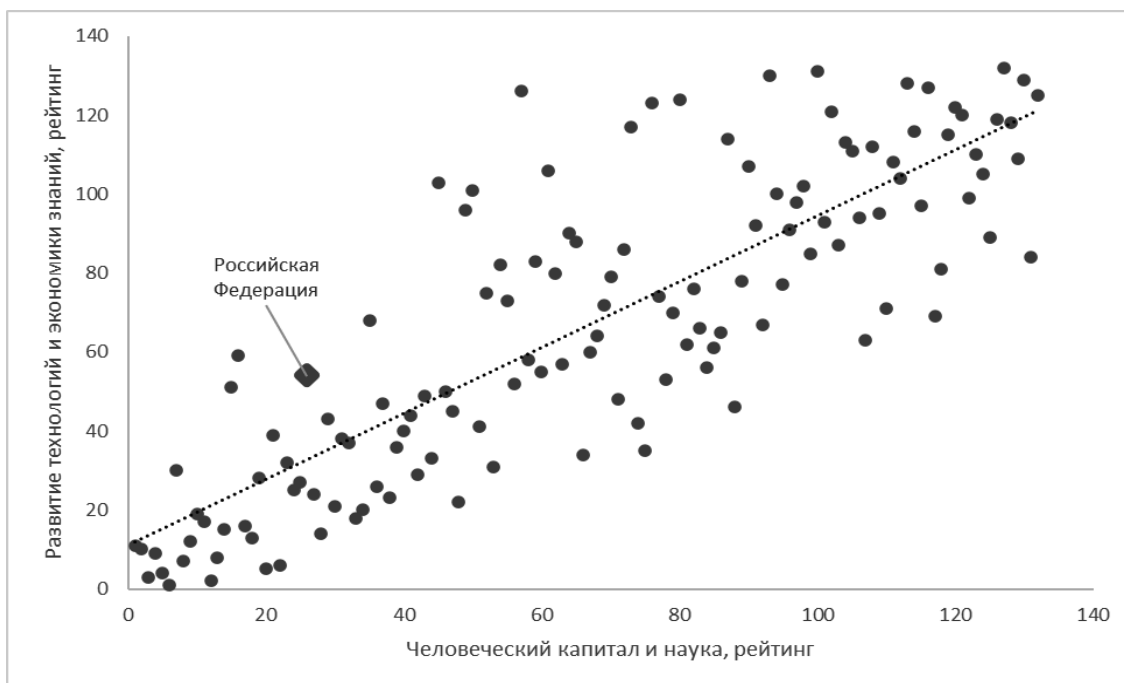


Рис. 2. График зависимости рейтинговых позиций согласно отчету ГИИ-2023

Выводы

В структуре инновационного процесса можно выделить три основных компонента инновационной системы: наука, образование и бизнес. Университеты играют важную роль в этой системе, так как они являются интегрирующим звеном. В университетах генерируются, накапливаются, используются и распространяются знания, а также обеспечивается синергетический эффект от взаимодействия всех участников инновационной деятельности [5].

Страны и организации активно инвестируют в научно-технические исследования, разработки и образование, чтобы стимулировать инновационную активность и достичь устойчивого экономического роста. Проведенный анализ подтверждает прямую взаимосвязь между показателями, характеризующими образование в стране, и показателями развития технологий и экономики знаний. Университеты и исследовательские институты выполняют важную роль в формировании новых знаний и развитии технологий, внедрение которых позволяет создавать новые и более эффективные способы производства, что приводит к экономи-

ческому росту и устойчивому инновационному развитию.

Литература

1. Соловьева С.В. Инновации в целях устойчивого развития для России. // Научные исследования экономического факультета. 2018. Т. 10, № 4. С. 50–64. URL: <https://doi.org/10.38050/2078-3809-2018-10-4-50-64> (дата обращения: 15.11.2023).
2. Global Innovation Index 2023: Innovation in the face of uncertainty. Geneva: WIPO, 2023. URL: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2023-en-main-report-global-innovation-index-2023-16th-edition.pdf> (дата обращения: 15.11.2023).
3. Анализ Глобального инновационного индекса в России с использованием модели структурного уравнения / Х.Б. Джигбури [и др.] // Вестн. Воронежского гос. ун-та инженерных технологий. 2022. Т. 84, № 3 (93). С. 412–426.
4. Николаева Е.В., Медведева А.В., Ватлина Л.В. Роль инноваций в развитии инновационной экономики Российской Федерации // Нацразвитие. Наука и образование. 2022. № 9 (12). С. 17–19.
5. Турковский С.Р. Роль системы образования в формировании инновационного поля национальной экономики // Beneficium. 2023. № 2 (47). С. 28–33.

Сидоренко Марина Геннадьевна

Ст. преподаватель каф. экономической, математики, информатики и статистики (ЭМИС) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина ул., д. 40, г. Томск Томская обл., Российская Федерация

Тел.: +7 (3822) 90-01-87

Эл. почта: marina.g.sidorenko@tusur.ru

Sidorenko M.G.

Education as an element of the innovative component of sustainable ecosystem development

The current issues of studying the role of the innovative component in the sustainable development of national ecosystems are considered. The Global Innovation Index as a tool for assessing innovation potential and the results of its use is considered. The relationship between the component-by-component rating positions of national economies for resources and the results of the use of innovations is analyzed. The relationship between the rating values of indicators characterizing education and the level of technology development and the knowledge economy in the Global Innovation Index is revealed.

Key words: sustainable development, Global Innovation Index, analysis of innovative development, factors of innovative development.

References

1. Solovyova SV. Innovacii v celyah ustojchivogo razvitiya dlya Rossii [Innovation for sustainable development for Russia]. Nauchnye issledovaniya ekonomicheskogo fakul'teta [Scientific

research of the Faculty of Economics]. 2018;10(4):50-64. Available from: <https://doi.org/10.38050/2078-3809-2018-10-4-50-64> [Accessed: 15 November 2023]. (In Russ.)

2. Global Innovation Index 2023: Innovation in the face of uncertainty. Geneva: WIPO, 2023. Available from: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2023-en-main-report-global-innovation-index-2023-16th-edition.pdf> [Accessed: 15 November 2023].

3. Jibburi HB., et al. Global'nogo innovacionnogo indeksa v Rossii s ispol'zovaniem modeli strukturnogo uravneniya [Analysis of the Global Innovation Index in Russia using a structural equation model]. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tekhnologij [Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies]. 2022;84(3-93):412-426. (In Russ.)

4. Nikolaeva EV, Medvedeva AV, Vatlina LV. Rol' innovacij v razvitiie innovacionnoj ekonomiki Rossijskoj Federacii [The role of innovation in the development of the innovative economy of the Russian Federation]. Nacinal'noe razvitie. Nauka i obrazovanie [National Development. Science and Education]. 2022;9(12):17-19. (In Russ.)

5. Turkovsky SR. Rol' sistemy obrazovaniya v formirovanii innovacionnogo polya nacional'noj ekonomiki [The role of the education system in the formation of the innovation field of the national economy]. Beneficium. 2023;2(47):28-33. (In Russ.)

Marina G. Sidorenko

Senior Lecturer, Department of Economic Mathematics, Informatics and Statistics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

Phone: +7 (382-2) 90-01-87

Email: marina.g.sidorenko@tusur.ru

УДК 378.184

С.Г. Чернета, А.А. Захарова, Г.И. Садыков

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ СТУДЕНЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТАРТАПОВ В ВУЗЕ

Рассматривается подготовка студенческих стартапов в системе процессов вуза, для чего проведено исследование инновационного процесса в вузе. Предложена модель процесса подготовки студенческих стартапов на основе его сравнительного анализа с процессом коммерциализации инновации в вузе с целью внедрения модели.

Ключевые слова: студенческий технологический стартап, инновационный процесс, процесс коммерциализации инновации, программа акселератора.

Современная политическая ситуация в мире и условия, в которых находится отечественная экономика, – санкции, острая потребность в импортозамещении наукоемких продуктов и технологий – сформировали необходимость технологической независимости России от других стран. Этим обусловлена одна из приоритетных целей государства – развитие технологического предпринимательства в стране. Среди сформулированных государством задач по достижению этой цели стоит задача формирования единой экосистемы студенческого технологического предпринимательства (СТП). Результатом выполнения этой задачи должны стать не только успешные наукоемкие проекты, реализуемые выпускниками вуза, но и формирование у большого числа студентов специальных компетенций, необходимых для реализации технологических проектов, что будет способствовать снижению дефицита технологических предпринимателей в России.

Под формированием экосистемы СТП понимается организация необходимых процессов для создания экономически эффективных технологических стартапов, выстраивание необходимой для этого инфраструктуры, системы финансирования и законодательной основы. Для выполнения задачи с 2022 г. реализуется Федеральный проект «Платформа университетского технологического предпринимательства» («Платформа УТП»), в рамках которого проводятся мероприятия по обучению студентов техпредпринимательству, оказывается содействие по созданию стартапов, их технологической проработке, выделяются инвестиции на реализацию.

Роль вуза в экосистеме СТП – основная и решающая: именно вуз является площадкой для реализации мероприятий «Платформы УТП» и выполняет основные функции: подготовку студентов для технологического предпринимательства, предоставляет научную базу для проработки технологических решений проектов, организует работу стартап-студий и реализует акселератские программы. Для эффективного управления этими функциями в вузе необходима разработка процесса подготовки студенческих стартапов и внедрение его в систему процессов вуза на постоянной основе.

Целью исследования в данной работе является определение места и модели процесса подготовки студенческих стартапов в системе процессов вуза.

Каждый вуз имеет свою собственную уникальную организационную структуру – институты, факультеты, лаборатории, отделы и центры. Однако все их можно свести к общей организационной структуре, которая будет отражать направления деятельности: образовательная, научная и инновационная, финансово-экономическая, управленческая и хозяйственная (рис. 1).

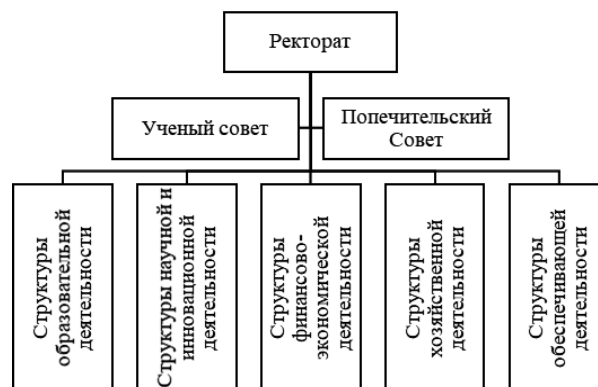


Рис. 1. Общий вид оргструктуры вуза

В соответствии с теорией управления качеством и международным стандартом ИСО 9001:2015 в любом вузе можно выделить четыре вида процессов.

1. Основные процессы: образовательный, научный и инновационный, методический, воспитательный.

2. Обеспечивающие процессы: финансово-экономический, юридический, управление кадрами, маркетинг, управление инфраструктурой и производственной средой, управление документированной информацией и другие процессы в соответствии с потребностями и спецификой вуза.

3. Процессы измерения, анализа и улучшения: мониторинг процессов, внутренние аудиты, изучение и анализ удовлетворенности потребителей, риск-менеджмент (корректирующие и предупреждающие действия), управление несоответствующими результатами.

4. Процессы управления: стратегическое планирование, оперативное планирование, информирование, распределение ответственности и полномочий.

Модель процессов, разработанная в соответствии с требованиями стандарта, представлена на рис. 2.

К какому виду деятельности относится процесс подготовки студенческих стартапов (СтС)? Технологические идеи для стартапов студенты могут заимствовать из результатов научной деятельности вуза, ориентированных на промышленность.



Рис. 2. Модель процессов вуза

Следовательно, результаты научного процесса являются входными данными для процесса подготовки СтС. Необходимые знания для создания технологического проекта (технические, экономические, маркетинговые, организационные, управленческие) формирует образовательный процесс, поэтому его результаты являются необходимым ресурсом (инструментом) при создании технологического проекта. Очевидно, что процесс создания СтС не может быть обеспечивающим жизнедеятельность вуза, но и не является самостоятельным основным видом деятельности. Процесс является надстройкой в виде прикладного применения результатов основных видов деятельности, также как и инновационная деятельность вуза, в тех случаях когда целью является создание экономически привлекательного результата в виде продукции или услуги.

На основании этого можно предположить, что процесс создания СтС – это один из видов инновационной деятельности, результатом которого является экономически привлекательный технологический проект, пред-

назначенный для дальнейшего финансирования и реализации, а командой – студенты вуза. Такой же целью наделен и процесс коммерциализации инновационных разработок, которую реализуют бизнес-инкубаторы совместно с научными сотрудниками вуза, авторами инноваций. Разница в команде стартапа – СтС создают будущие молодые инженеры, у которых еще есть время на пробы и ошибки, есть цель, амбиции, энергия и желание добиться высоких результатов, но отсутствуют опыт и практика. Именно эту составляющую необходимо компенсировать вузу посредством кадрового ресурса и привлечения к подготовке стартапов опытных инновационных предпринимателей, при этом реализуя создание связки «наука – бизнес». Это подтверждает и зарубежный опыт акселерации в вузах [1].

Таким образом, процесс создания СтС гармонично встраивается в инновационный процесс вуза, а структуры экосистемы технологического предпринимательства – в блок структур научной и инновационной деятельности вуза.

Для разработки модели процесса создания СтС необходимо рассмотреть инновационный процесс в общем и конкретно в вузе.

Инновационный процесс в общем виде можно представить в виде модели (рис. 3).

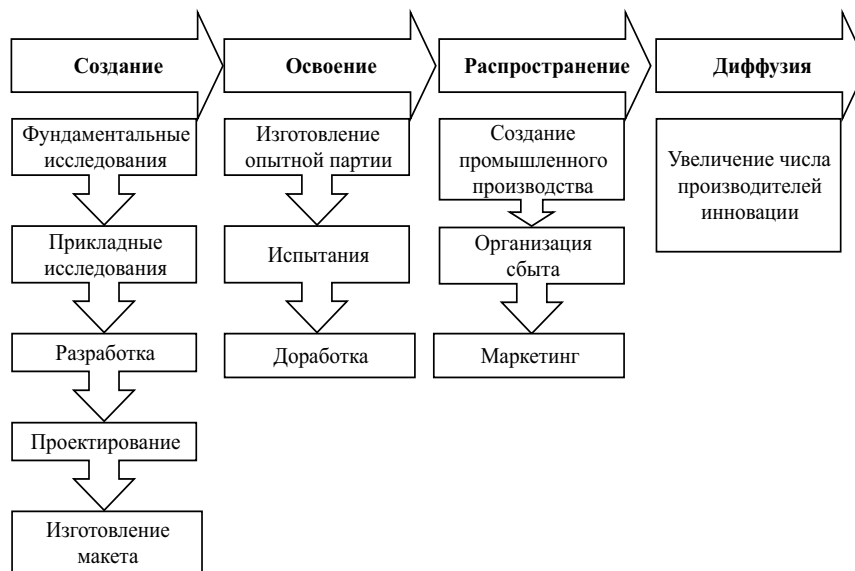


Рис. 3. Обобщенная модель инновационного процесса

Этап создания инновации представляет собой научную деятельность в вузе, в рамках которой проводятся фундаментальные и прикладные исследования, разработка, проектирование и создание прототипа (макета) будущей продукции. Научной деятельностью занимаются кафедры, институты, лаборатории, научные центры вуза.

Этап освоения инновации представляет собой деятельность по доведению научно-технических результатов до их прикладного применения в промышленности или в быту: создание малой партии продукции, испытания и доработка. На этом этапе возможно участие бизнес-инкубатора (БИ)/инновационно-технологического центра (ИТЦ)/центра трансфера технологий (ЦТТ) вуза, поскольку эти работы требуют дополнительных инвестиций, а значит необходимости поиска инвестора. Для этого бизнес-инкубатор проводит первичные экономические расчеты, «кабинетные» маркетинговые исследования, подготовку проектных документов для участия в конкурсах и грантах.

На этапе распространения инновации (если создается МИП силами вуза) участниками процесса являются МИП и вуз в лице бизнес-инкубатора. Бизнес-инкубатор помогает осуществлять многие обеспечивающие процессы: финансовые, кадровые, маркетинговые, патентную защиту интеллектуальной собственности, систему менеджмента качества, сертификацию продукции и лицензирование услуги.

Инновационный процесс, который реализуется в вузе, представляет собой этапы создания и освоения инновации, следующий этап – распространение инновации – реализуется на промышленных предприятиях, в том числе и в малых инновационных предприятиях (МИП), созданных вузом.

Чтобы произошел переход от этапа создания к этапу освоения инновации, необходим вспомогательный процесс, в рамках которого будут отобраны перспективные научно-технические результаты, проведена их первичная оценка и разработан инвестиционный проект для получения финансирования стадии освоения инновации. Такой процесс в вузе реализует бизнес-инкубатор.

Цель БИ (ИТЦ, ЦТТ) вуза – получить экономический эффект от вывода инновационного продукта на рынок. Форма вывода продукта на рынок может быть в виде продукции МИП, созданного вузом или готового проекта для продажи крупным промышленным компаниям и дальнейшего научного сопровождения. Таким образом, БИ реализует процесс коммерциализации инновации вуза. На схеме (рис. 4) представлен инновационный процесс и процесс коммерциализации инновации во времени.

Процесс коммерциализации инновации в вузе подробно описан в [2]. Он представляет собой три блока процессов.

1. Отбор перспективных научно-технических разработок (НТР) посредством их мониторинга и технологического аудита.

2. Трансформация отобранных НТР в инвестиционно-привлекательные проекты посредством маркетинговой, технологической, экономической, правовой проработки проекта и проработки с точки зрения управления качеством продукта.

3. Сопровождение на этапе организации производства силами МИП посредством выполнения обеспечивающих процессов.



Рис. 4. Схема инновационного процесса во времени

Далее проводится сравнительный анализ процесса коммерциализации инновации в вузе и процесса создания СтС по характеристикам процесса (таблица 1).

По результатам исследования процессов можно сделать вывод, что процесс создания студенческого стартапа должен быть аналогичен процессу коммерциализации инноваций вуза. На основании этого вывода и разработана модель подготовки СтС в вузе (рис. 5).

Процесс подготовки студенческих стартапов не начинается сразу в акселераторе, этому должна предшествовать систематическая работа по сбору информации о разрабатываемых в вузе научных темах, проектах и грантах и полученных научно-технических достижениях в виде готовых научных работ.

Эту работу может выполнять одно из подразделений инновационной инфраструктуры вуза, за которым закреплена функция мониторинга НТР (БИ/ИТИЦ/ЦТТ). Кроме того, это могут быть запросы промышленных предприятий на конкретные темы и разработки, информация о которых регулярно собирается и анализируется в соответствии со стандартом организации (СТО) на процесс.

Таблица 1

Сравнительный анализ процессов

Процесс/характеристики	Процесс коммерциализации инновации в вузе	Процесс подготовки студенческого стартапа
Цель	Получение экономической выгоды от реализации научно-технических разработок вуза	Получение коммерциализуемых технологических проектов
Вход	Научно-технические разработки, инновации вуза, запросы технологических партнеров вуза	Научно-технические разработки, инновации вуза, запросы технологических партнеров вуза, собственные идеи студентов
Выход	Прибыль от реализации инновации	Экономически-привлекательный, коммерциализуемый проект
Поставщик	Научные коллективы вуза	Научные коллективы вуза, студенты, рынок (промышленные партнеры, конечные потребители)
Потребители	Авторы НТР, инноваций, вуз, инвестор, конечный потребитель (юридические и физические лица)	Государство, конечный потребитель (юридические и физические лица), команда проекта
Состав процесса	1.1 Мониторинг НТР; 1.2 Оценка научно-технического потенциала НТР; 2.1 Нормативно-техническое сопровождение НТР; 2.2 Правовое сопровождение; 2.3 Разработка инновационного проекта и привлечение инвестиций; 2.4 Управление качеством при проектировании НТР; 3.1 Сопровождение на этапе создания опытной партии продукции 3.2 Сопровождение на этапе подготовки и организации серийного производства	1.1 Мониторинг НТР; 1.2 Оценка научно-технического потенциала НТР; 2.1 Нормативно-техническое сопровождение НТР; 2.2 Правовое сопровождение; 2.3 Разработка инновационного проекта и привлечение инвестиций; 2.4 Управление качеством при проектировании НТР

Поскольку не все научные достижения вуза «под силу» молодым специалистам, а некоторые из них «закрытые», то необходимо провести предварительную экспресс-оценку НТР и выбрать подходящие для студенческого стартапа. Критериями выбора должны стать: очевидная применимость НТР в производстве или быту; открытые научные темы; определяемая группа потенциальных потребителей.

Выбор подходящего варианта команда осуществляет самостоятельно. Однако это не единственно

возможный вариант процесса. Достаточно часто студенты участвуют в научных проектах и грантах кафедры еще во время обучения, при выполнении НИРС или курсовых работ. И если результат этих проектов готов к коммерциализации, то выбор научной идеи для технологического проекта студентов будет очевиден. Кроме того, студенты могут предложить собственные идеи для стартапа, ориентируясь на запросы рынка.

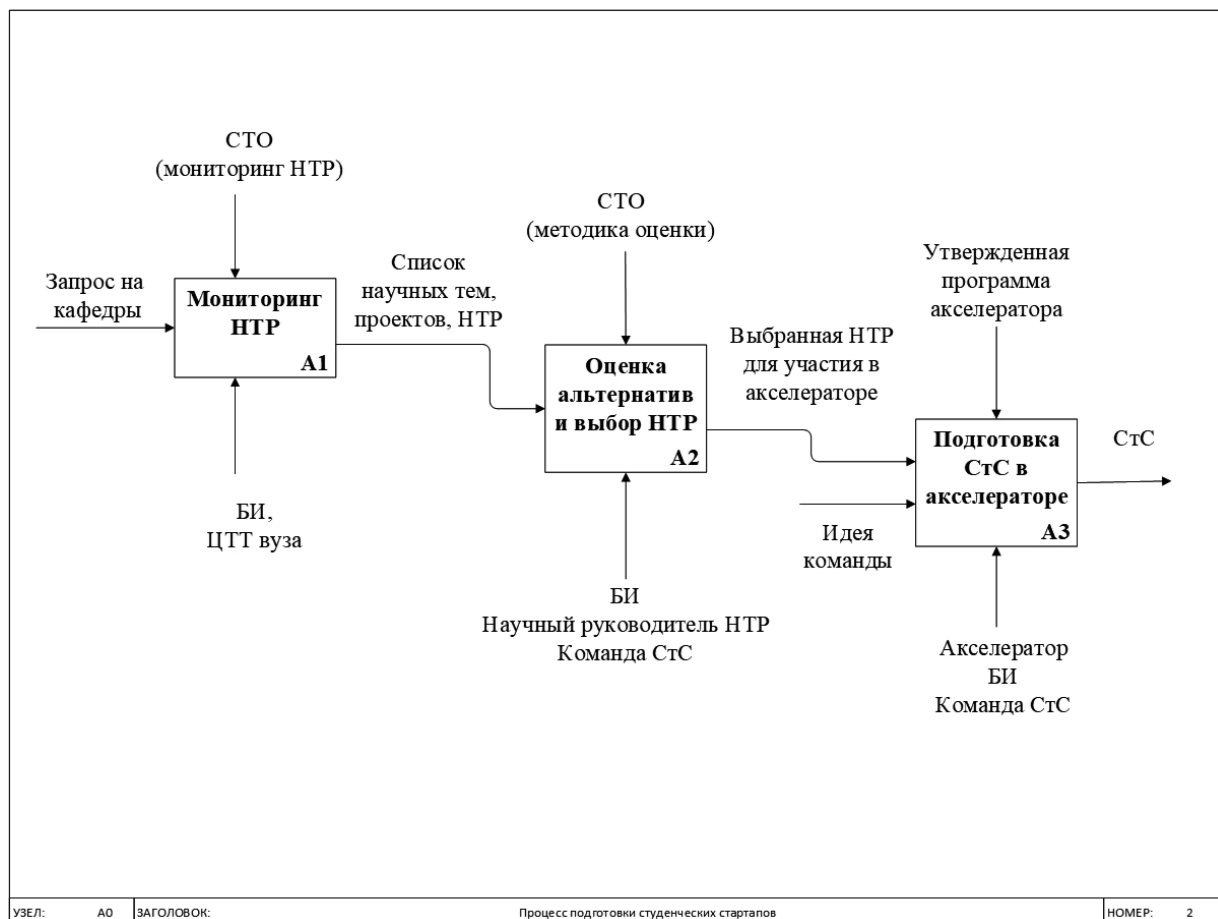


Рис. 5. Модель процесса подготовки студенческих стартапов в вузе

Входными данными для участия во многих акселераторах является выбранная научная идея, с которой студенты будут работать дальше. Учитывая, что затем процесс подготовки стартапа должен пройти все этапы, как и при коммерциализации инновации, программа акселератора должна содержать этапы маркетинговой проработки, технологической, юридической (в плане защиты авторства и выхода на рынок продукции в соответствии с законодательством РФ), экономической. На выходе программы акселератора должен быть стартап, готовый к дальнейшей реализации (рис. 6) [3].

Поскольку подготовка стартапов осуществляется в рамках вузовских акселераторских программ, целесо-

образно провести сравнительный анализ полученных результатов исследования и программ акселерации, доступных для просмотра (табл. 2) [4–7].

Сравнительный анализ показал, что полученные результаты исследования соотносятся с программами акселерации, которые содержат все необходимые образовательные и практические модули для подготовки студенческого стартапа.

Это значит, что место процесса подготовки СтС в системе процессов вуза определено верно – он должен находиться в рамках инновационного процесса. И подтверждается вывод об аналогичности процесса подготовки СтС с процессом коммерциализации инновации в вузе.

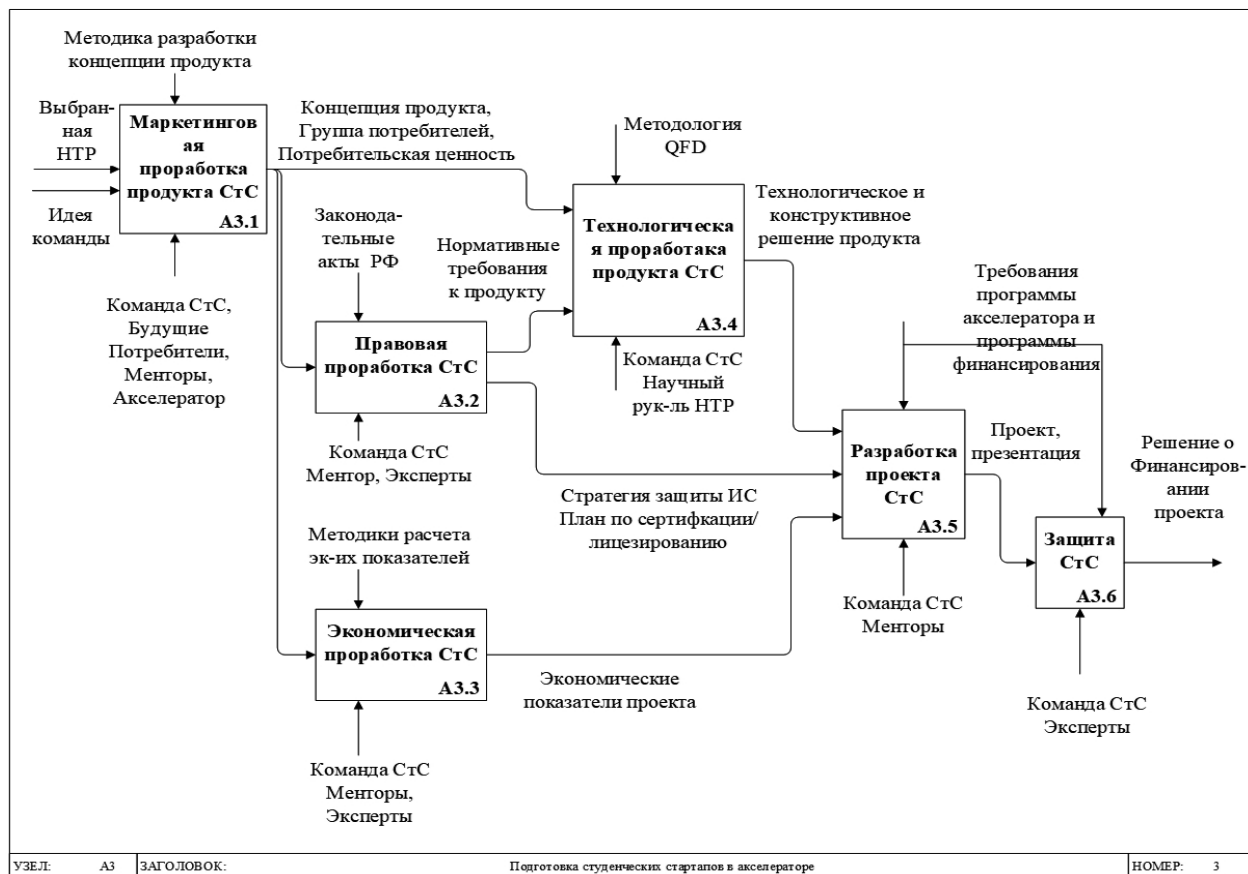


Рис. 6. Этапы подготовки студенческого стартапа в акселераторе вуза

Таблица 2

Анализ акселераторских программ

Вуз	МГУ им. Ломоносова	МФТИ	НИЯУ МИФИ	ТУСУР	
Процесс подготовки СтС	Маркетинговая проработка проекта	Customer & Product Development. Маркетинг и продажи. Интернет-маркетинг	Методологии бизнеса	Спецзнания по рынкам и технологиям	Разработка инновационного проекта, определение потребительской ценности продукта, оценка рынка и разработка эффективной бизнес-модели Маркетинг: разработка ценностного предложения, анализ конкурентов, продвижение
	Экономическая проработка проекта	Lean Startup: развитие стартапа с нуля и работа с бизнес-трекером. Экономика предприятия: учет, анализ, аудит и финансы	Финансы стартапа Привлечение грантов	Предпринимательский ликбез	Привлечение инвестиций и финансовая модель проекта
	Юридическая проработка проекта	Юридическая поддержка стартапов	Ведение бизнеса	Избирательность и интеллектуальная собственность	Формирование, защита и управление портфелем интеллектуальной собственности в проекте

Вуз	МГУ им. Ломоносова	МФТИ	НИЯУ МИФИ	ТУСУР
Технологическая проработка продукта стартапа	Креативное мышление: инновационные решения для сложных задач	Инсайты	Избирательность и интеллектуальная собственность	Формирование команды проекта по ИИ и разработка продукта
Разработка проекта (компиляция направлений проработки)	Привлечение грантов и инвестиций	Умение презентовать проект	Теория бережливого стартапа	Подготовка бизнес-плана, регистрация юридического лица, дальнейшее развитие проекта
Защита проекта	Полуфиналы и DemoDay (защита перед инвесторами и СМИ)	Итоговый демодень	Презентация	Защита проекта
Дополнительные темы	Командообразование и управление командой проекта Деловые коммуникации	Преакселератор (формирование и проработка идеи стартапа –проекта под руководством менторов и наставников)	Предпринимательский ликбез Коммуникативные навыки	Рассмотрение кейсов успешных зарубежных и российских инновационных проектов в области ИИ. Деловая презентация как форма представления инновационного проекта

Подготовка студенческих стартапов в ТУСУРе реализуется в межвузовском студенческом бизнес-инкубаторе (МСБИ) «Дружба» посредством следующих акселерационных программ:

1) подготовительные тренинги к конкурсу «УМНИК» – проходят ежегодно один раз в год. Идеями проектов по этой программе становятся результаты научной деятельности кафедр; инициативы студентов, сформированные в рамках их группового проектного обучения (дисциплина по выбору) или возникшие в результате проведения мероприятий МСБИ по генерации идей. Победившие в конкурсе команды в обязательном порядке проходят преакселерационную программу бизнес-инкубатора «UNIVERSITY УМНИК». С 2021 г. в рамках этой программы подготовлено около 60 проектов для их дальнейшего развития и привлечения инвестиций;

2) акселерационная программа «Стартап – Полигон». Программа реализуется два раза в год, преимущественно в ней принимают участие инициативные студенческие проекты. С 2021 г. по программе прошли подготовку свыше 1500 участников, сформировано 250 команд. В настоящее время программа ориентирована в том числе и на участие в конкурсе Фонда содействия инновациям «Студенческий стартап».

Ежегодно с помощью реализуемых в МСБИ ТУСУРа акселерационных программ создается не менее 20 стартапов с открытием юридического лица и общим объемом инвестирования свыше 50 миллионов рублей. В рамках акселерации проекты проходят все выделенные в модели (см. рис. 6) этапы подготовки стартапа. Для этого проводятся мероприятия теоретического и практического характера по направлениям создания команды, маркетинговой, экономической и правовой проработке проектов в формате лекций, семинаров, ма-

стер-классов, воркшопов, бизнес-игр, квестов, трекин-марафонов, стартап-квартирников, тренировочных и менторских сессий, экспертиз и других видов мероприятий. Применяется методология сопровождения проектов в акселераторе («трекшн»), которая представляет собой графическую схему четкого и понятного алгоритма действий подготовки проекта, а также готовые шаблоны для фиксации результатов его проработки.

Отличительной особенностью работы МСБИ является постакселерационное сопровождение проектов – распределение проектов по технологическим площадкам, привлечение инвестиций и партнёров, а также дальнейшее бухгалтерское, юридическое и маркетинговое сопровождение, что очень важно для функционирования и развития стартапа. Для стартапов, которые ещё не готовы к выходу на рынок и не уходят в крупные компании, есть возможность прийти в стартап-студию для дальнейшего развития.

В настоящее время перед МСБИ стоит задача увеличения количества участников, входящих в акселератор с идеями («расширение воронки»), для чего необходимо включить студенческое технологическое предпринимательство в образовательный процесс вуза. Кроме того, решение этой задачи будет способствовать удовлетворению потребности участников акселератора в получении знаний и компетенций, необходимых для подготовки стартапа. В настоящее время разница между реальным процессом подготовки студенческих стартапов в ТУСУРе и моделью (см. рис. 5) – в отсутствии этапов мониторинга и оценки альтернативных НТР. В связи с этим участники программ акселерации очень редко используют в качестве идей проектов научно-технические разработки вуза (не более 2%).

Предлагаемая модель процесса подготовки СтС может быть использована в качестве основы индиви-

дуально для каждого вуза с целью его встраивания в систему процессов на постоянной основе для эффективного управления.

Литература

1. Друсслер Ш. Акселератор UnternehmerTUM Мюнхенского технического университета // Материалы конф. «Вузы в экосистеме промышленных инноваций», 7 июля 2020 г. Ч. 1. URL: <https://innoindustry.org/?p=6459> (дата обращения: 14.09.23).
2. Чернета С.Г., Коровкин М.В. Механизм повышения качества продукции малых инновационных предприятий // Инновации. 2014. № 6 (188). С. 116–121.
3. Федеральный проект «Платформа университетского технологического предпринимательства». URL: <https://univertechpred.ru/?ysclid=loftinhbqq32644047> (дата обращения: 03.02.2023).
4. Акселерационная программа МГУ им. М.В. Ломоносова. URL: <https://startupmsu.ru/2022> (дата обращения: 15.08.2023).
5. Акселератор МФТИ «Физтех-Старт» URL: <https://pt.2035.university/accelerator/282> (дата обращения: 17.08.2023).
6. Акселератор технологических проектов НИЯУ МИФИ. URL: <https://accelerator.mephi.ru/?ysclid=loco02a6hs244127019> (дата обращения: 17.08.2023).
7. Акселератор «Стартап-полигон», стартап-студия ТУСУРа // <https://startup-poligon.ru/events> (дата обращения: 18.08.2023).

Чернета Светлана Галиевна

Ст. преподаватель каф. управления качеством Национального исследовательского Томского государственного университета (НИ ТГУ)

Ленина пр., д. 36, г. Томск, Россия, 634050

Тел.: +7 (923) 411-37-55

Эл. почта: sgcherneta@yandex.ru

Захарова Александра Александровна

Д-р техн. наук, проф., проф. каф. автоматизированных систем управления (АСУ) Томского государственного университета

Вершинина ул., 74, г. Томск, Россия, 634045

ORCID: 0000-0002-2379-8698

Тел.: +7 (3822) 70-15-36

Эл. почта: zacharova@mail.ru

Садыков Глеб Ильдарович

Директор Студенческого бизнес-инкубатора (СБИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Красноармейская ул., 147, г. Томск, Россия, 634045

Тел.: +7 (3822) 90-01-75

Эл. почта: sgi@sbi.tusur.ru

Cherneta S.G., Zacharova A.A., Sadykov G.I.

Model of the Process of Preparing Technology Startups of University Students

The preparation of students' startups within the system of university processes is considered. The study of the innovation process at the university is conducted. The model of the process

of preparing students' startups based on its comparative analysis with the process of commercialization of innovation at the university and its implementing is proposed.

Keywords: students' technology startup, innovation process, innovation commercialization process, accelerator program.

References

1. Drussler Sh. Akselelator UnternehmerTUM Myunhenskogo tehnikheskogo universiteta [Accelerator UnternehmerTUM of Technical University of Munich]. Vuzu v ekosisteme industrial'nyh innovacij. Materialy konferencii [Universities in the ecosystem of industrial innovations. Proc. Materials of the conference]. Available from: <https://innoindustry.org/?p=6459> [Accessed: 14 September 2023]. (In Russ.)
2. Cherneta SG, Korovkin MV. Mehanizm povysheniya kachestva produktsii malyh innovatsionnyh predpriyatiy. [The mechanism of improving the quality of products of small innovative enterprises]. Innovatsii [Innovation]. 2014;6(188):116–121. (In Russ.)
3. Federal project «Platforma universitetskogo tehnologicheskogo predprinimatelstva» [«Platform of University technological entrepreneurship»]. Available from: <https://univertechpred.ru/?ysclid=loftinhbqq32644047> [Accessed: 03 February 2023]. (In Russ.)
4. Akselelacionnaya programma MGU im. M.V. Lomonosova [Acceleration program of Lomonosov Moscow State University]. Available from: <https://startupmsu.ru/2022> [Accessed: 15 August 2023]. (In Russ.)
5. Akselelator MFTI "Fiztekhn-Start" [Accelerator MIPT 'Phystech-Start']. Available from: <https://pt.2035.university/accelerator/282> [Accessed: 17 August 2023]. (In Russ.)
6. Akselelator tehnikheskikh proektov NIYAU MIFI [Accelerator of technological projects of NRU MEPhI]. Available from: <https://accelerator.mephi.ru/?ysclid=loco02a6hs244127019> [Accessed: 17 August 2023]. (In Russ.)
7. Akselelator «Startap-poligon», startap-studiya TUSURa Accelerator "Startup polygon", startup studio TUSUR. Available from: https://drive.google.com/file/d/1L_yVuBjUcrBWP4JoaxLvWov8mi6PByFN/view [Accessed: 18 August 2023]. (In Russ.)

Svetlana G. Cherneta

Senior lecturer, Department of Quality Management, National Research Tomsk State University (TSU)

36, Lenin prosp., Tomsk, Russia, 634050

Phone: +7 (923-4) 11-37-55

Email: sgcherneta@yandex.ru

Alexandra A. Zakharova

Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Professor, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR),

74, Vershinina st., Tomsk, Russia, 634045

ORCID (0000-0002-2379-8698)

Phone: +7 (382-2) 70-15-36

Email: zacharova@mail.ru

Gleb I. Sadykov

Director, Student Business Incubator, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR),

147, Krasnoarmeyskaya st., Tomsk, Russia, 634045

Phone: +7 (382-2) 90-01-75

Email: sgi@sbi.tusur.ru

УДК 378.14

В.В. Пудкова, А.Д. Бирюкова

ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ: ВЗГЛЯД ШКОЛЬНИКОВ

Рассматривается отношение студентов и школьников к направлению «Технологическое предпринимательство». В частности, приведен взгляд немотивированных школьников на предпринимательский университет. Даны рекомендации по вовлечению школьников в технологическое предпринимательство.

Ключевые слова: студенческое технологическое предпринимательство, мотивация, школьники.

Введение

Третья миссия университетов, о которой так долго говорили [1–5], вовлекает в свои процессы всё большее количество обучающихся, сотрудников, жителей регионов, а технологическое предпринимательство становится одним из ключевых элементов развития университетов в реализации этой миссии. Зародив-

шись внутри университетов, на стыке взаимодействия «университет – бизнес» развитие направления было подхвачено третьей ветвью «Тройной спирали» [1], т.е. властью. В частности, в Российской Федерации был сформирован Федеральный проект «Платформа университетского технологического предпринимательства» [6] (рис. 1.).

[ТРЕНИНГИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ]
оператор – МФТИ

ПРИМЕРЬ НА СЕБЯ РОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЯ И В ФОРМАТЕ ДЕЛОВОЙ ИГРЫ ОЦЕНИ СВОИ ВОЗМОЖНОСТИ.

Зарегистрируйся на тренинг!

Договариваться, заключать сделки

Вовремя отказаться от собственных устаревших решений

СМОЖЕШЬ ЛИ ТЫ?

Активно коммуницировать

Соблюдать деловую этику

Организовывать работу команды

Быстро анализировать

[УНИВЕРСИТЕТСКИЕ СТАРТАП-СТУДИИ]
оператор – ФИОП

Быстрая проверка большого количества бизнес-гипотез. На основе проверенных гипотез массово запускаются новые стартапы.

Участуй в запуске и развитии стартапов и попробуй себя в качестве технологического предпринимателя в безопасных условиях, с финансовой поддержкой.

УЗНАЙ ПОДРОБНЕЕ!

Нормально:
- СТАРТАП БЕЗ КОМАНДЫ
- СТАРТАП БЕЗ ТЕХНОЛОГИИ
- СТАРТАП БЕЗ РОЦЛА

[ГРАНТОВЫЙ КОНКУРС «СТУДЕНЧЕСКИЙ СТАРТАП»]
оператор – ФСИ

Грантовая поддержка стартап-проектов студентов

1 000 000₽
на развитие своего проекта

Конкурсные тематики:

- цифровые технологии
- биотехнологии
- медицина и технологии здоровьесбережения
- ресурсосберегающая энергетика
- новые материалы и химические технологии
- креативные индустрии
- новые приборы и производственные технологии

В 2023 году каждый из 1500 победителей получит 1 миллион рублей на создание компании и реализацию своего инновационного проекта в течение следующих 12 месяцев.

Грантовая поддержка покрывает расходы на:

- регистрацию юридического лица
- регистрацию прав на интеллектуальную собственность
- закупку/аренду оборудования, материалов, комплектующих, ПО
- зарплату привлеченным специалистам

[АКСЕЛЕРАЦИОННЫЕ ПРОГРАММЫ]
оператор – Платформа НТИ

1. Дают ускорение твоему проекту
2. Обучают, дают наставника, помогают понять, что и как делать, чтобы построить бизнес и компанию
3. Готовят тебя к питч-сессии для презентации проекта возможным партнерам, заказчикам, инвесторам

УЧАСТВУЙ В АКСЕЛЕРАТОРАХ

[ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИЕ ТОЧКИ КИПЕНИЯ]
оператор – Платформа НТИ

ПОМОГАЮТ КОМАНДАМ ЗАПУСКАТЬ И МАСШТАБИРОВАТЬ ПРОЕКТЫ

СПОСОБСТВУЮТ ОБРАЗОВАНИЮ И КАРЬЕРНОМУ РОСТУ УЧАСТНИКОВ

ЗДЕСЬ ТЫ НАЙДЕШЬ ЕДИНОМЫШЛЕННИКОВ И ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ПРО ВСЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПЛАТФОРМЫ

Рис. 1. Инструменты Федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства»

В рамках Проекта сформированы и развиваются инструменты поддержки технологического предпринимательства, позволяющие:

- знакомить с технологическим предпринимательством широкие массы молодежи через «Тренинги предпринимательских компетенций»;
- обучать навыкам технологического предпринимательства посредством участия в акселерационных программах;
- погружать в культуру бизнес-отношений с помощью грантового конкурса «Студенческий стартап»;
- развивать студенческие проекты и стартапы в университетских стартап-студиях;
- создавать питательную среду в Предпринимательских точках кипения.

При реализации мероприятий Платформы университетского технологического предпринимательства сотрудники университетов часто сталкиваются с нежеланием даже мотивированных студентов в них участвовать. Экспертная оценка говорит о том, что мотивированным студентам не хватает времени, ибо они уже заняты игровым или реальным предпринимательством, а немотивированные либо имеют другую мотивацию (спорт, искусство, чистая наука), либо не имеют сил выбрать из множества имеющихся рядом с ними предложений.

Таким образом, мероприятия по вовлечению молодежи в технологическое предпринимательство направлены на вылавливание «Пичка́» [7, 8] в массах: надо привлечь сотню человек на мероприятие, где просто рассказывают о технологическом предпринимательстве, чтобы вовлечь хотя бы десяток человек в первый этап – тренинг предпринимательских компетенций.

С другой стороны, университетам, институтам развития необходимо создавать множество разнообразных механизмов реализации предпринимательского потенциала обучающихся, объяснять плюсы и минусы, давать возможность молодежи попробовать и ошибаться, и опять попробовать.

Также необходимо определять, что считать эффективными усилиями по вовлечению в технологическое предпринимательство. Какие результаты следует признать успешными с точки зрения реальности, а не отчетности:

- количество пришедших на ознакомительное мероприятие;
- количество пришедших на тренинги или количество дошедших до конца;
- количество вовлеченных в акселерационные программы или количество закончивших их, или количество команд/ хозяйствующих обществ, созданных после завершения акселерационной программы прошедшими её молодыми людьми;
- количество заявок на конкурс «Студенческий стартап» или количество вовлеченных в процесс построения компаний студентов и молодых сотрудников;

- привлечение звездных трекеров и лекторов на отдельные часы или привлечение специалистов, способных кропотливо «научать» студентов рутине;

- создание атмосферы доброжелательности, предпринимательского духа или квадратные метры помещений для точек кипения и коворкингов;

- ограниченное количество приоритетных показателей или их множественность и разноплановость?

Эти и другие вопросы каждый институт развития решает по-своему, внося вклад в формирование и разнообразие процессов технологического предпринимательства.

А что говорят сами студенты по теме технологического предпринимательства? Говорят разное. В кулуарах можно услышать диаметрально противоположные точки зрения практически по каждому мероприятию – от полного неприятия: «Полная ерунда» до восторгов: «Как здорово! Замечательно! Надо ещё и больше!». Но 80% отмечают, что «массовость» мероприятий и «необходимость выполнения показателей массовости для отчетности» тормозят развитие любой деятельности – нужен индивидуальный подход. Следует отметить, что молодежь абсолютно правильно подметила: даже в такой инерционной отрасли, как «Образование», необходим переход от массовости к индивидуальности. В этом случае прослеживается аналогия с производственной сферой деятельности в постиндустриальном обществе: переход от массовости к индивидуальному продукту очевиден. И экономика требует свести к нулю «задержку по фазе», образовавшуюся в сфере подготовки специалистов высокой квалификации: перейти от массового продукта при подготовке бакалавров, специалистов и магистров к индивидуальному продукту – через индивидуальные траектории обучения, в том числе через студенческое технологическое предпринимательство.

Отметим следующий факт. На занятиях по технологическому предпринимательству при написании эссе на тему «Куда бы я потратил оставшуюся часть квадриллиона рублей?» (априори: большая часть потрачена на обеспечение базовых потребностей себя и своего окружения, остается ещё очень много денег) меняются студенческие приоритеты. В 2004–2020 гг. это были: разного рода бизнесы, исследования для обеспечения здоровья и бессмертия, благотворительность. С 2021 г. студенты готовы и хотят вкладываться в изменение системы образования, особенно школьного. Причем эта тенденция показывает рост: если в 2021 г. на эту тему обратило внимание 10% студентов, в 2022 г. – 18%, то в 2023 г. – 29%. То есть запрос на изменение системы образования у обучающихся есть, в том числе в сторону обучения технологическому предпринимательству.

Согласно проведенному Платформой «Россия – страна возможностей» и «Сбер» исследованию по привлекательности в молодежной среде идеи создать

собственный бизнес, стать предпринимателями хотели бы 84% школьников и 82% студентов [9]. Самые привлекательные направления, как отмечено в исследовании, – это технологический бизнес, традиционный бизнес и соцпроекты:

«Технологический бизнес привлекает 36% респондентов. 33% интересуют традиционные направления – например открыть кафе, торговое предприятие, салон красоты и так далее. 17% интересуются социальными проектами. Среди преимуществ предпринимательства перед корпоративной карьерой молодежь выделила возможность создавать новые продукты (76%), выбирать проекты, которые нравятся (53%), сформировать свою команду и окружение (50%) и возможность получить известность и признание обществом (43%). Кроме того, 46% видят плюсы в том, что зарплата зависит только от себя».

В опросе участвовали 1226 респондентов старше 14 лет. Треть участников исследования – школьники, 26% – студенты, 20% – совмещают учебу с работой, при этом 38% младше 18 лет, 39% – от 18 до 24 лет, 23% – 25 лет и старше.

Еще раз подчеркнем, что запрос у студентов на обучение технологическому предпринимательству в настоящее время имеется. Студенты получают из школьников, у которых, как оказалось, тоже есть конкретные запросы и по своему будущему в перспективе, и по вопросам предпринимательства конкретно.

Особенно четко запрос проявляется в том, что старшеклассники при выборе университета, как правило, смотрят не на то, как им будет интересно и комфортно там учиться, а на то, где они смогут работать после университета и на какой уровень дохода могут рассчитывать в том или ином городе, в той или иной организации через 2–3 года после окончания учебы. «Зачем мне в 8–11-м классе упираться и изучать физику (она в несколько раз сложнее информатики), затем 6 лет учить её в университете и по окончании вуза в лучшем случае найти работу по специальности инженера со стартовой заработной платой в 30–35 тысяч рублей с перспективой до 50 тысяч? Если можно сейчас налечь на «более легкую» информатику и по окончании вуза стартовать с 70 тысяч рублей с перспективой до 120 тысяч рублей через 3–5 лет». Понятно, что это утрированное представление о профессиях, будущей работе и уровне оплаты труда, но оно четко выражено и имеет место у части немотивированных старшеклассников.

С другой стороны, эти же самые старшеклассники задумываются о своем будущем и ищут пути своего развития, ищут сферы применения своей энергии, своих знаний и труда, ожидая и настаивая на достойной компенсации своих затрат. Одним из путей, где они могут получать достойную компенсацию своих усилий, по их же мнению, является предпринимательство, что было показано в предыдущем исследовании [10].

Поэтому одной из задач университетов и институтов развития является формирование и предоставление широких возможностей молодежи на их пути становления предпринимателями, в частности, технологическими предпринимателями. Очевидно, что предпринимательству хорошо бы учиться после школы сразу в «предпринимательском университете». Что же такое предпринимательский университет глазами школьников? Ответу на этот вопрос посвящено настоящее исследование.

Исследования и результаты

Цель исследования: зафиксировать представление немотивированных школьников старших классов о предпринимательском университете осенью 2023 года.

Для фиксации мнения школьников была разработана анкета (рис. 2). В связи с ограниченными ресурсами в опросе приняло участие небольшое количество обучающихся. Опрос проводился в конце октября 2023 г. в 11-м классе МАОУ СОШ № 50 г. Томска. Было роздано 16 анкет, получено 12 анкет с ответами. Опрос проводился анонимно.

Представленный метод исследования не претендует на проведение серьёзного социологического исследования, скорее – только на обзор ситуации, на «фотографию в моменте».

На первый вопрос были получены следующие ответы:

- университет, в котором «выращивают» предпринимателей, где обычные идеи перерастают в бизнес-планы;
- тот, где учат предпринимательской деятельности;
- университет с развитой предпринимательской деятельностью;
- это университет, где учат бизнесменов;
- университет с уклоном в экономику, предпринимательское дело;
- занимающийся раскруткой бизнеса, продукта и рассказывающий о подобных процессах;
- это высшее учебное заведение, обучающее людей собственному делу, бизнесу, экономике (4 ответа);
- университет с направленностью на реализацию бизнес-идей учащихся, их вдохновения.

По второму вопросу голоса распределились следующим образом:

- Национальный исследовательский Томский политехнический университет – 36%;
- Национальный исследовательский Томский государственный университет – 36%;
- Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники – 18%;
- Сибирский государственный медицинский университет – 0%;
- Томский государственный архитектурно-строительный университет – 9%;
- Томский государственный педагогический университет – 0%.

Я провожу исследование «Предпринимательский университет глазами школьника».

Прошу тебя помочь мне в исследовании и ответить на следующие вопросы:

1. Как ты понимаешь, что значит «ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИЙ» университет?

2. Какой из университетов Томска, с твоей точки зрения, является наиболее «Предпринимательским»:

- Национальный исследовательский Томский политехнический университет
- Национальный исследовательский Томский государственный университет
- Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
- Сибирский государственный медицинский университет
- Томский государственный архитектурно-строительный университет
- Томский государственный педагогический университет?

Почему ты так считаешь?

3. Если бы у тебя была/ или уже есть идея своего бизнеса, в каком университете Томска, с твоей точки зрения, ты смог бы её наиболее эффективно и легко реализовать:

- Национальный исследовательский Томский политехнический университет
- Национальный исследовательский Томский государственный университет
- Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
- Сибирский государственный медицинский университет
- Томский государственный архитектурно-строительный университет
- Томский государственный педагогический университет?

Почему в этом университете?

4. Как ты считаешь, что университеты делают, чтобы помочь студентам преобразовать их ИДЕИ, основанные на технологиях, в БИЗНЕС?

5. Что университетам НАДО делать, какие рутинные мероприятия или яркие события организовывать, чтобы у ШКОЛЬНИКОВ, у СТУДЕНТОВ появлялось желание создавать новые технологии/продукты, создавать свой бизнес, чтобы выпускать эти технологии/продукты на рынки?

СПАСИБО!

Рис. 2. Разработанная анкета для школьников

Интересны ответы на вопрос: «Почему ты так считаешь?»:

НИ ТПУ: «Больше возможностей для реализации бизнеса и продукта», «Я был в ТПУ и принимал уча-

стие в «Будущие предприниматели» и мне понравилось», «Потому что там есть такие факультеты».

НИ ТГУ: «Там есть бизнес-центр», «Более разносторонний», «Он большой и государственный».

ТУСУР: «Потому что там есть такие факультеты».

ТГАСУ: «Архитектор может построить свою фирму», «Создание своего бизнеса в разделе архитектурных проектов».

НИ ТГУ, НИ ТПУ, ТУСУР – «В этих университетах можно попробовать реализовать себя в техническом плане».

Голоса по третьему вопросу разделились следующим образом:

- Национальный исследовательский Томский политехнический университет - 42%;
- Национальный исследовательский Томский государственный университет - 33%;
- Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники – 17%;
- Сибирский государственный медицинский университет – 0;
- Томский государственный архитектурно-строительный университет – 8%;
- Томский государственный педагогический университет – 0.

«Почему в этом университете?»:

НИ ТПУ: «Потому что там больше углубление в эту тему», «Я считаю, что политех = возможности, а когда ты станешь инженером, можно открыть свою компанию», «В ТПУ есть программы, позволяющие реализовать свои идеи», «Там больше возможностей для реализации идей», «Исследовательский».

НИ ТГУ: «По тематике может быть близким», «Разносторонний», «Потому что там больше углубление в эту тему», «Там есть бизнес-центр».

ТУСУР: «При ТУСУРе есть бизнес-инкубатор «Дружба», который может профинансировать проект», «Мне ближе», «Я планирую связать свою жизнь с технической специальностью, и там будет больше знающих людей».

ТГАСУ: «По тематике может быть близким», «У меня уже есть знания в сфере архитектуры, думаю мой бизнес был бы связан с этим».

На четвертый вопрос старшеклассники ответили так:

- «Университет может подать идею, помочь воплотить её в start-up, выделить средства для дальнейшей реализации»;
- «Инвестируют»;
- «Создание мероприятий, поиск спонсоров, реализация на базе университета»;
- «Не знаю, не увлекаюсь этой темой»;
- «Проводят множество практик»;
- «Инвестиции»;
- «Университеты проводят конкурсы на Проектную деятельность и лучших ребят награждают (дарят им гранты на реализацию идеи)»;

- «Знакомят с компаниями, занимающимися бизнесом. Организуют стажировки и т.д.»;
- «Обучают тому, как правильно рассчитывать, следить за процессом и т.д. Наставляют с чего начать»;
- «В университете много образованных, заинтересованных, амбициозных людей, которые могут поучаствовать (помочь) в бизнесе»;
- «Предоставляют разную технику, место для осуществления проекта; информация от педагогов»;
- «Помогают получить необходимые практические навыки, выстраивают через университет необходимые связи для сотрудников, устраивают конкурсы и спец-программы».

На пятый вопрос обучающиеся ответили следующими вариантами:

- «Различные форумы и очные мероприятия, которые мотивируют и заряжают иногда идеями, зарождают желание создания чего-то нового»;
- «Не душить и инвестировать»;
- «Давать школьникам возможность выступать со своими идеями, информировать студентов о современных проблемах и сподвигать их искать актуальные решения»;
- «Делать интересные профориентации»;
- «Проводить больше мероприятий для любых учеников и предлагать школам поучаствовать»;
- «Инвестировать в студентов»;
- «Завлекать различными конкурсами, где ребята смогут проявить свои способности»;
- «Рассказывать школьникам о позитивных и выгодных для ученика событиях после создания продукта и о том, как это сделать»;
- «Проводить больше профориентаций. Ездить в разные университеты для изучения»;
- «Проводить различные мероприятия, где каждый может рассказать о своем бизнесе, как он к этому пришел, тем самым мотивируя других»;
- «Начать мощную пропаганду среди учащихся всех учреждений. Можно организовать встречи с предпринимателями примерно студенческого возраста, делать обязательные опросники с предложением выбора разных идей для предпринимательства, и на их результатах продолжать тестирование до момента, пока ребенок не определится. Можно давать проектную (тоже обязательную) деятельность на выбранную тему».

Как видно из ответов на вопросы, с одной стороны, школьники имеют поверхностное представление о том, что такое предпринимательский университет. С другой стороны, они говорят, что университет может научить собственному делу, бизнесу, предпринимательству, экономике. Они отмечают, что в вузе учатся и работают образованные и амбициозные люди. Школьники предполагают, что реализовать себя в предпринимательстве они могут в том университете, который выберут для освоения профессии.

Практическое применение результатов исследования

Помимо анкетирования школьников, проводились беседы и неструктурированные интервью, из которых можно отметить следующее.

♦ Четкого понимания, что значит «предпринимательский» университет, у школьников не имеется, но имеется ярко выраженный недостаток информации в этом вопросе и запрос на ликвидацию этого пробела.

♦ Если школьнику удалось поучаствовать в 1–2 активностях, связанных с предпринимательством, молодой человек считает, что в этом университете можно научиться бизнесу и реализовать себя как предприниматель.

♦ Самыми «крутыми», по мнению школьников, являются активности с выездом из города, которые предполагают решение реальных задач и наличие большой свободы в выборе вариантов решения.

Таким образом, для вовлечения школьников в технологическое предпринимательство рекомендуется:

♦ проводить больше разнообразных мероприятий, информируя школы со средним и низким рейтингами, доводя информацию до каждого ученика. Для этого необходимо понимание того, как информация распространяется внутри школы, и, особенно, понимание скорости распространения информации. Желательно, чтобы о мероприятии информация к ученикам старших классов попадала не менее чем за неделю до проведения, и за день «прилетало» напоминание;

♦ переходить на индивидуальные траектории привлечения школьников в сферу технологического предпринимательства по аналогии с индивидуальными траекториями обучения в вузе, показывать, в какой сфере деятельности, при создании каких продуктов и услуг выпускники смогут применить свои знания, умения и навыки;

♦ организовывать больше выездных активностей для школьников по типу мероприятия «IT-деревня» [11], которое было организовано ТУСУРом в октябре 2023 г. Причем формат мероприятия близок к идеальному:

1) отъезд на мероприятие в пятницу в 8:00, приезд в 12:00-13:00 в воскресенье – школьники успевают подготовиться к учебной неделе;

2) наличие реальных заданий от компаний;

3) наличие харизматичных куратора и наставника группы, работающих над кейсом, которые, с одной стороны, дают максимум свободы в работе над кейсом, с другой стороны, помогают, если группа «забредает» слишком далеко от поставленной задачи.

Как итог следует отметить, что в Российской Федерации появилось мощное направление, в котором молодежь может себя реализовать: «Технологическое предпринимательство». Те, кто не нашли себя в спорте, искусстве, науке, инженерии – могут попробовать реализовать свой потенциал в технологическом предпринимательстве на той или иной роли.

Это направление становится массовым, поддерживается государством, выполняет соответствующие социальные функции. И в выигрыше будет тот университет, который найдет и реализует механизмы привлечения школьников в вуз через элементы технологического предпринимательства.

Благодарности

Авторы выражают благодарность учащимся 11-го класса МАОУ СОШ № 50 г. Томска, принявшим участие в опросе, и их классному руководителю Андаеву Денису Олеговичу.

Литература

1. Etkowitz H. The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation in Action. London: Routledge, 2008. 164 p.
2. Clark B.R. Creating Entrepreneurial Universities: Organizational Pathways of Transformation, Pergamon, IAU Press: Elsevier Science, 1998. 163 p.
3. Дорога к академическому совершенству: Становление исследовательских университетов мирового класса: пер. с англ. / под ред. Ф.Д. Альтбаха, Д. Салми. М.: Весь Мир, 2012. 416 с.
4. Development of a Method of Quantitative Estimation of University-Industry-Government Interaction by Students of the Institute for Innovation / A. Uvarov, M. Bezdenizhnaya, D. Zhigzhitzharov, E. Kiyayeva, D. Kokina, V. Pudkova. // VIII Triple Helix Conference (Madrid, October 20th - 22nd 2010).
5. Pudkova V., Uvarov A. Problems and prospects of university innovative infrastructure in the triple helix model "university – business – government" // Triple Helix IX International Conference "Silicon Valley: Global Model or Unique Anomaly?", 11-14 July 2011, Stanford USA.
6. Федеральный проект Платформа университетского технологического предпринимательства. URL: <https://univertechpred.ru/?ysclid=lp3ltj2fmp634977305> (дата обращения: 19.11.2023).
7. Казачков Е., Александровский С. Топливо. Спектакль. URL: <https://popupteatr.ru/toplivo/?ysclid=lp3q53pnp862717202> (дата обращения: 19.11.2023).
8. Власова Е. В Москве показали спектакль об основателе АБВУ Давиде Яне. 17 ноября 2015. URL: <https://rb.ru/article/v-moskve-pokazali-spektakl-ob-osnovatele-abvuy-davide-yane/7559117.html?ysclid=lp3pu5wews681402206> (дата обращения: 19.11.2023).
9. Названа доля российских учащихся, желающих открыть свой бизнес. URL: https://1prime.ru/macroeconomics/20230310/840023270.html?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fdzhen.ru%2Fnews%2Fsearch%3Ftext%3D (дата обращения: 19.11.2023).
10. Пудкова В.В., Бирюкова А.Д. Мотивация молодежи в процессах развития инновационной экосистемы // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Трансформация образования, науки и производства – основа технологического прорыва: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск, 2023. В 2 ч. С. 189–196.
11. Страница {it-деревня} ТУСУР. URL: https://vk.com/it_village (дата обращения: 19.11.2023).

Пудкова Вера Васильевна

Канд. экон. наук, доцент каф. автоматизации обработки информации (АОИ), директор офиса инновационных проектов и коммерциализации разработок (ОКР) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050

Тел.: +7 (3822) 53-31-21

Эл. почта: vv@tusur.ru

Бирюкова Александра Дмитриевна

Учащаяся МАОУ средней общеобразовательной школы № 50 г. Томска

Усова ул., д.68, г. Томск, Россия, 634012

Тел.: +7 (913) 887-68-26

Эл. почта: 2.life.is.wonderful.2@gmail.com

Pudkova V.V., Biryukova A.D.

Entrepreneurial University: Schoolchildren's View

The opinions of students and schoolchildren to the development of the direction 'Technological Entrepreneurship' are considered. In particular, the view of unmotivated schoolchildren on the entrepreneurial university is presented. Some recommendations for involving schoolchildren in technological entrepreneurship are given.

Keywords: student technological entrepreneurship, motivation, schoolchildren

References

1. Etkowitz H. (2008) The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation in Action, London: Routledge.
2. Clark, BR. (1998) Creating Entrepreneurial Universities: Organizational Pathways of Transformation, Pergamon, IAU Press: Elsevier Science.
3. Put' k akademicheskomu prevoskhodstvu: sozdaniye issledovatel'skikh universitetov mirovogo urovnya [The Road to Academic Excellence: The Making of World-Class Research Universities]. Ed. F. J. Altbach, D. Salmi; per. from English. M.: Publishing house "Ves Mir"; 2012. (In Russ.)
4. Uvarov A, Bezdenizhnaya Ma, Zhigzhitzharov D, Kiyayeva E, et al. (2010) 'Development of a Method of Quantitative Estimation of University-Industry-Government Interaction by Students of the Institute for Innovation', VIII Triple Helix Conference.
5. Pudkova V, Uvarov A. (2011), 'Problems and prospects of university innovative infrastructure in the triple helix model 'university - business – government', Triple Helix IX International Conference 'Silicon Valley: Global Model or Unique Anomaly?'
6. Federal'nyy proyekt Platforma universitetskogo tekhnologicheskogo predprinimatel'stva [Federal project Platform for university technological entrepreneurship]. Available from: <https://univertechpred.ru/?ysclid=lp3ltj2fmp634977305> [Accessed: 19 November 2023]. (In Russ.)
7. Kazachkov Ye, Aleksandrovskiy S. Toplivo. Spektakl' [Fuel. Performance]. Available from: <https://popupteatr.ru/toplivo/?ysclid=lp3q53pnp862717202> [Accessed: 19 November 2023]. (In Russ.)
8. Vlasova YeV. V Moskve pokazali spektakl' ob osnovatele ABBYY Da-vidе YAnе. 17 noyabrya 2015 [A performance about ABBYY founder David Yan was shown in Moscow. November 17, 2015]. Available from: <https://rb.ru/article/v-moskve->

pokazali-spektakl-ob-osnovatele-abbyy-davide-yanc/7559117.html?ysclid=lp3pu5wews681402206 [Accessed: 19 November 2023]. (In Russ.)

9. Nazvana dolya rossiyskikh uchashchikhsya, zhelayushchikh otkryt' svoy biznes [The share of Russian students who want to open their own business is named] Available from: https://1prime.ru/macroeconomics/20230310/840023270.html?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fdzen.ru%2Fnews%2Fsearch%3Ftext%3D [Accessed: 19 November 2023]. (In Russ.)

10. Pudkova VV, Biryukova AD. Motivatsiya molodezhi v protsessakh razvitiya innovatsionnoy ekosistemy [Motivation for youth in the processes of the innovation ecosystem development]. *Sovremennoye obrazovaniye: integratsiya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti. Transformatsiya obrazovaniya, nauki i proizvodstva - osnova tekhnologicheskogo proryva. materialy mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii* [Modern education: integration of education, science, business and government. Transformation of education, science and production is the basis of a technological breakthrough. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2023;(2):189-196. (In Russ.)

11. Stranitsa {it-derevnya} TUSUR [Web-site {it-village} TUSUR]. Available from: https://vk.com/it_village [Accessed: 19 November 2023]. (In Russ.)

Vera V. Pudkova

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Data Processing Automation, director, Division of Commercialization, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 53-31-21
Email: vv@tusur.ru

Aleksandra D. Biriukova

Student, MAEI secondary school No. 50
68, Usova st., Tomsk, Russia, 634012
Phone: +7 (913-8) 87-68-26
Email: mn.alexandra.143@gmail.com

УДК 338.49:338.28

Л.Б. Ботаева, Н.В. Шимко

ВЛИЯНИЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНЖИНИРИНГОВЫХ ЦЕНТРОВ НА РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА ПРОЕКТОВ СТУДЕНЧЕСКИХ СТАРТАПОВ В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Рассматривается взаимосвязь инжиниринговых центров в региональной инновационной экосистеме и их влияние на реализацию проектов студентов томских вузов, победивших в конкурсах программы Фонда содействия инновациям «Студенческий стартап».

Ключевые слова: инновационная экосистема, инжиниринговые центры, стартап-студии, студенческие стартапы.

Инжиниринг – выстраивание на предприятии производственных процессов, основанных на разработке и внедрении новшеств и новых технологий для создания инновационной продукции. Инжиниринг является связующим звеном между научно-технологическими разработками и производством.

Согласно дорожной карте по развитию инжиниринга, утвержденной Распоряжением Председателя Правительства РФ М.В. Мишустиним 13 июля 2020 г. № 1546-р, одной из задач реализации плана мероприятий является подготовка и осуществление приоритетных проектов с применением государственной поддержки. Планируется, что в результате реализации дорожной карты объём внутреннего рынка инжиниринга к 2025 г. увеличится с 2,8 до 3,9 трлн рублей [1]. В свою очередь это должно обеспечить внедрение современных технологий и стимулировать рост наукоемких производств.

«Инжиниринговые услуги – инженерно-консультационные услуги проектно-конструкторского, расчетно-аналитического характера в области проектирования изделий, технологических процессов, управления проектами и другие услуги, включающие в себя обучение персонала организаций, связанное с освоением новых производственных технологий» [2].

Региональные центры инжиниринга (РЦИ) – инфраструктура государственной поддержки малых и средних производственных предприятий (МСП) [3]. К основным задачам РЦИ относятся:

- ♦ оказание полных, частичных или расширенных инженерно-консультационных услуг предприятиям МСП;
- ♦ формирование условий развития рынка инжиниринга в регионе;
- ♦ развитие и повышение конкурентоспособности региональных МСП;
- ♦ увеличение инвестиций в реализацию производственных проектов МСП.

Основными компетенциями и ресурсами РЦИ является опыт консалтинга и инжиниринга, знание конъюнктуры рынка, упрощенный доступ к инфраструктурным объектам в регионе.

Вузовские инжиниринговые центры (ВИЦ) – центры, созданные на базе университетов и научных организаций, осуществляющие свою деятельность в рамках одного или нескольких приоритетных технологических направлений развития промышленности [4].

Основными компетенциями и ресурсами ВИЦ является наличие узкоотраслевых компетенций и опыт реализации НИР и НИОКР, значительная база результатов интеллектуальной деятельности и технологий, грантовая поддержка в форме субсидий [2]. ВИЦ осуществляют подготовку и переподготовку кадров, повышение квалификации по актуальным и значимым программам, соответствующим приоритетным направлениям технологического развития Российской Федерации.

Таким образом, РЦИ и ВИЦ являются основным механизмом развития инжиниринга и промышленного дизайна, осуществляют вклад в развитие технологического предпринимательства и коммерциализации научно-технических разработок студентов, молодых ученых и предпринимателей [4].

Организация и деятельность РЦИ и ВИЦ оказывают непосредственное влияние на развитие экономики регионов и в целом России. В период импортозамещения роль инжиниринговых центров (ИЦ) приобретает особое значение для производственных компаний в условиях необходимости провести реинжиниринг при замене импортного оборудования на зарубежное.

Мониторингом развития инжиниринговых центров занимаются различные министерства России, по данным которых количество созданных ИЦ отличается. По информации из различных источников, в том числе материалов инжиниринговых форумов, по состоянию на 01.10.2023 в 55 регионах создана сеть инжиниринговых центров, в том числе 75 ВИЦ и 54 РЦИ. Рейтинг и география создания инжиниринговых центров приведена в таблице 1.

Сибирский федеральный округ занимает 3-е место в рейтинге. В Томской области функционируют четыре ИЦ, два из которых открыты при университетах Томска и два региональных, созданных при поддержке

Минэкономразвития России, что составляет 33% РИЦ и 18% ВИЦ от общего количества аналогичных ИЦ Сибирского федерального округа. Созданные в регионе ИЦ способствуют развитию инновационной деятельности и технологического предпринимательства, влияют на активизацию процесса создания технологических стартапов.

Таблица 1
Рейтинг федеральных округов России по количеству созданных инжиниринговых центров

Федеральный округ	РИЦ	ВИЦ	Итого	Рейтинг
Центральный	10	34	44	1
Приволжский	12	12	24	2
Сибирский	6	11	17	3
Южный	9	6	15	4
Северо-западный	8	4	12	5
Северо-Кавказский	4	3	7	6
Уральский	4	2	6	7
Дальневосточный	1	3	4	8
Итого:	54	75	129	

Данное утверждение можно обосновать, анализируя результаты участия студентов вузов Томской области, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры или аспирантуры, в программе Фонда содействия инновациям «Студенческий стартап» [5]. Победители программы получают финансирование на выполнение проектов, связанных с разработкой новых продуктов, технологий или услуг, с использованием результатов собственных научно-технических и технологических исследований, имеющих потенциал коммерциализации и находящихся на самой ранней стадии развития.

На сегодняшний день состоялось IV очереди конкурса «Студенческий стартап» и известны победители. Согласно результатам Томская область принимает активное участие в конкурсах и показывает высокие результаты на всероссийском уровне. Ниже представлено число участников из томских вузов, ставших победителями по различным направлениям (таблица 2).

Всего от Томской области за 2022–2023 гг. томскими студентами выиграно 130 проектов, в том числе 31 проект студентами ТУСУРа. Это является третьим результатом среди томских вузов в абсолютном значении и первым результатом с учетом общего количества студентов очной формы обучения.

Таблица 2

Число победителей «Студенческий стартап» из Томской области по вузам

Вузы	НИ ТГУ	НИ ТПУ	ТУСУР	ТГАСУ	СибГМУ	Итого
Победителей в томских вузах	39	40	31	13	7	130
Количество студентов в томских вузах очной формы обучения по состоянию на 01.10.2022 г.*, чел.	13 276	9 798	5 856	4 153	6 559	39 642
Выигранные проекты по отношению к количеству студентов очной формы обучения в вузе, %	0,29	0,41	0,53	0,31	0,11	0,33

*Составлено по данным Администрации Томской области по состоянию на 01.10.2022.

Проекты-победители ТУСУРа выиграны по следующим направлениям:

- цифровые технологии – 18;
- новые приборы и интеллектуальные производственные технологии – 10;
- медицина и технологии здоровьесбережения – 1;
- ресурсосберегающая энергетика – 1;
- креативные индустрии – 1.

С целью поддержки проектов-победителей конкурсов «Студенческий стартап» в России дополнительно к услугам ИЦ создаются университетские стартап-студии. Стартапы – это точки роста новых технологических цепочек, выстраивание которых сегодня особенно актуально. Создание технологии и выведение ее на рынок занимает в среднем до 10 лет [6]. Для поддержки стартапов в этот сложный период создаются стартап-студии, которые совместно с другими элементами

инновационной экосистемы оказывают помощь в регистрации новой компании, формировании и обучении команды, решении инжиниринговых задач при создании новых инновационных продуктов.

Одной из 20 уже созданных в России стартап-студий стал проект университетов Томска. Организация была создана в ноябре 2022 года. Уникальность ее заключается в том, что ее учредителем стали сразу три вуза – ТУСУР, НИ ТПУ и НИ ТГУ.

Учитывая уровень созданной инновационной экосистемы в Томской области, включая созданные инжиниринговые центры по разным технологическим направлениям и стартап-студии, можно предположить, что томские проекты – победители конкурса «Студенческий стартап» – будут успешно развиваться, получая всю необходимую поддержку как на федеральном, так и на региональном уровне. Мнение авторов сводится к

тому, что необходимо координировать и развивать на региональном уровне деятельность инжиниринговых центров и стартап-студий, увеличивая при этом объемы предоставления инжиниринговых услуг, в том числе для достижения показателей дорожной карты, роста активности и создания наиболее благоприятных условий для подготовки и реализации новых проектов студенческих стартапов от концепции до внедрения, сокращения сроков по созданию инновационной продукции и вывода ее на рынок.

Регионы, в которых эта работа будет выстроена в ближайшее время, станут наиболее успешными точками развития технологического предпринимательства на карте Российской Федерации.

Литература

1. Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») в области инжиниринга и промышленного дизайна : Распоряжение Правительства РФ от 11.06.2020 № 1546-р. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_354952/ (дата обращения: 17.11.2023).

2. Об утверждении Правил предоставления грантов в форме субсидий из федерального бюджета на реализацию проектов по созданию и развитию инжиниринговых центров на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций" (с изменениями и дополнениями) : Постановление Правительства РФ от 1 августа 2020 г. № 1156. URL: <https://base.garant.ru/74467657/> (дата обращения: 17.11.2023).

3. Материалы Самарского инжинирингового форума (19-21 октября 2023 г.). URL: <https://disk.yandex.ru/d/Xpv4HhYi4pcrSg/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BA%20%E2%84%961> (дата обращения: 17.11.2023).

4. Ботаева Л.Б. Томский региональный инжиниринговый центр как инструмент поддержки малого и среднего предпринимательства и карьерный лифт для студентов томских вузов // Инноватика-2022 : сб. материалов XVIII междунар. школы-конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, 21–22 апреля 2022 г., Томск. Томск: СТТ, 2022. С. 17–19.

5. Конкурсы. Студенческий стартап // Фонд содействия инновациям : [сайт]. URL: https://fasie.ru/competitions/?PROGRAM_ID=945 (дата обращения: 17.11.2023).

6. Дарья Кирьянова рассказала о проектах Минобрнауки России на Всероссийском форуме технологического предпринимательства // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации: [сайт]. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-ministerstva/75884/> (дата обращения: 22.11.2023).

Ботаева Лариса Борисовна

Канд. техн. наук, доцент каф. управления инновациями (УИ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID (0000-0002-9030-2955)
Тел.: +7 (913) 858-80-12
Эл. почта: larisa.b.botava@tusur.ru

Шимко Наталья Валерьевна

Канд. экон. наук, доцент каф. экономики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050

ORCID: 0000-0002-6836-2249

Тел.: +7 (3822) 90-71-92

Эл. почта: natalia.v.shimko@tusur.ru

Botava L.B., Shimko N.V.

The influence of state engineering centers on the development of technological entrepreneurship of student startup projects in the Tomsk region

The interconnection of engineering centers within a regional innovation ecosystem and their impact on the implementation of projects of Tomsk university students who won the competitions on Innovation Assistance Fund 'Student Startup' program is considered.

Keywords: innovation ecosystem, engineering centers, startup studios, student startups.

References

1. Ob utverzhdenii plana meropriyatij («dorozhnoj karty») v oblasti inzhiniringa i promyshlennogo dizajna: Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 11.06.2020 № 1546-p. [On approval of the action plan ("road map") in the field of engineering and industrial design: Order of the Government of the Russian Federation dated June 11, 2020 N 1546-r. Available from: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_354952/ [Accessed: 17 November 2023]. (In Russ.)

2. Ob utverzhdenii Pravil predostavleniya grantov v forme subsidij iz federal'nogo byudzheta na realizaciyu proektov po sozdaniyu i razvitiyu inzhiniringovyh centrov na baze obrazovatel'nyh organizacij vysshego obrazovaniya i nauchnyh organizacij" (s izmeneniyami i dopolneniyami): Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 1 avgusta 2020 g. [On approval of the Rules for the provision of grants in the form of subsidies from the federal budget for the implementation of projects for the creation and development of engineering centers on the basis of educational organizations of higher education and scientific organizations" (with amendments and additions): Resolution of the Government of the Russian Federation dated August 1, 2020 N 1156. Available from: <https://base.garant.ru/74467657/> [Accessed: 17 November 2023]. (In Russ.)

3. Materialy Samarskogo inzhiniringovogo foruma (19-21 oktyabrya 2023 g.). [Materials of the Samara Engineering Forum (October 19-21, 2023)]. Available from: <https://disk.yandex.ru/d/Xpv4HhYi4pcrSg/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BA%20%E2%84%961> [Accessed: 17 November 2023]. (In Russ.)

4. Botava L.B. Tomskij regional'nyj inzhiniringovyy centr kak instrument podderzhki malogo i srednego predprinimatel'stva i kar'ernyj lift dlya studentov tomских вузов [Tomsk regional engineering center as a tool for supporting small and medium-sized businesses and a career elevator for students of Tomsk universities. Innovatika-2022: Collection of materials of the XVIII international school-conference of students, graduate students and young scientists]. Tomsk. Limited Liability Company 'STT'. 2022:17-19. (In Russ.)

5. Konkursy. Studencheskij startap [Student startup]. Fond sodejstviya innovacijam [Innovation Promotion Fund]. Available from: https://fasie.ru/competitions/?PROGRAM_ID=945 [Accessed: 17 November 2023]. (In Russ.)

6. Dar'ya Kir'yanova rasskazala o proektah Minobrnauki Rossii na Vserossijskom forume tekhnologicheskogo predprinimatel'stva [Daria Kiryanova about the projects of the Russian Ministry of Education and Science at the All-Russian Forum of Technological Entrepreneurship]. Novosti Ministerstva nauki i vysshego obrazovaniya Rossijskoj Federacii [News of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation]. Available from: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-ministerstva/75884/> [Accessed: 17 November 2023]. (In Russ.)

Larisa B. Botayeva

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Department of Innovation Management, Tomsk State University
of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0002-9030-2955)
Phone: +7 (913-8) 58-80-12
Email: larisa.b.botayeva@tusur.ru

Natalia V. Shimko

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Department of Economy, Tomsk State University of Control
Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (0000-0002-6836-2249)
Phone: +7 (382-2) 90-71-92
Email: natalia.v.shimko@tusur.ru

УДК 372.881.1

В.А. Бурдовицин

ОРГАНИЗАЦИЯ ГРУППОВОГО ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ

Рассматриваются вопросы организации научно-исследовательской работы студентов в научной лаборатории кафедры физики ТУСУРа.

Ключевые слова: особенности научной работы, индивидуальное наставничество, привлекательность научной работы.

На кафедре физики ТУСУРа давно и успешно развивается научное направление «Плазменная эмиссионная электроника». Несмотря на то что кафедра не является выпускающей, привлечение студентов к научной работе рассматривается коллективом кафедры как одна из приоритетных задач. При этом преследуются две цели, одна из которых педагогическая [1], а именно освоение студентами физических законов в конкретных экспериментах, вторая – кадровая: подбор кандидатов для научной и преподавательской деятельности через участие в выполнении научных проектов, поступление в аспирантуру и проведение занятий с новыми поколениями студентов. В настоящее время научный коллектив лаборатории включает в себя 11 сотрудников, из которых пятеро начинали научную деятельность на кафедре физики будучи студентами. Привлечение студентов к исследовательской работе стало традицией, которая успешно продолжается по сей день. Новый импульс эта практика получила в 2018 году, когда в ТУСУРе было разработано и принято «Положение об организации группового проектного обучения». Выделенный в расписании день для ГПО позволил упорядочить занятия наукой.

Как указывалось выше, одна из задач научно-исследовательской работы студентов (НИРС) заключается в помощи учебному процессу. Эту роль НИРС трудно переоценить хотя бы из-за того, что многие студенты, приходящие для выполнения проекта, неуверенно воспроизводят основные законы электричества, путают единицы измерения физических величин, с трудом вспоминают способы обработки экспериментальных данных, несмотря на пройденный цикл лабораторных занятий. Участие в реальном эксперименте позволяет в кратчайший срок ликвидировать эти пробелы.

Вторая задача, т.е. подбор кадров [2], не менее важна, поскольку обновление коллектива – залог его работоспособности. Оценки, полученные в учебном процессе, не всегда позволяют оценить творческий потенциал того или иного индивидуума. Гораздо большая информация может быть получена, если студент самостоятельно или в коллективе решает задачи в рамках научного проекта. Тем более, что для таких задач часто может быть несколько вариантов решения. Рас-

крытием творческого потенциала дело не ограничивается, поскольку студенты, успешно проявившие себя при выполнении проекта, далеко не всегда соглашались на продолжение научной деятельности, поскольку не рассматривают научную и преподавательскую работу как способ реализации своих амбиций. В решении этой проблемы большое значение приобретает формирование привлекательности научно-исследовательской работы [3]. Здесь существует много факторов: организация рабочего места, наличие современного оборудования, уровень поставленной задачи и научный уровень руководителя, возможность публичного представления результатов исследований, участие в конкурсах с возможностью получения премий и повышенных стипендий, перспективы роста.

Направление исследований, проводимых в научной лаборатории кафедры физики, обладает своей спецификой, связанной прежде всего с тем, что экспериментальная научная база включает в себя сложные в эксплуатации и к тому же дорогостоящие вакуумные установки, оснащенные высоковольтным оборудованием и средствами защиты от ионизирующего излучения. Это обстоятельство привело к тому, что групповое обучение существенным образом трансформировалось, превратившись в индивидуальное, при котором студент получает персонального наставника, под руководством и при взаимодействии с которым проводятся эксперименты и обсуждаются результаты. Этой спецификой определяется количество студентов, привлеченных для выполнения проектов. Их число одновременно не превышает десяти. Это, как правило, представители двух выпускающих кафедр: электронных приборов и физической электроники. Приведенная ниже диаграмма (рис. 1) показывает число студентов, участвующих в деятельности научной лаборатории кафедры физики, за несколько последних лет. Студенты-бакалавры, проходившие проектное обучение на кафедре физики, как правило, здесь же подготавливают материал для выпускных квалификационных работ и успешно их защищают (рис. 2).

Процесс вовлечения студента в научно-исследовательскую работу в лаборатории кафедры физики проходит в несколько этапов. В студенческой группе делается объявление о возможности участия в выпол-

нении научного проекта и о конкретной дате первого сбора. На этом рубеже очень важно соблюсти принцип добровольности. Человек, пришедший только потому, что «так надо», работает без интереса и без видимой пользы для себя и лаборатории.

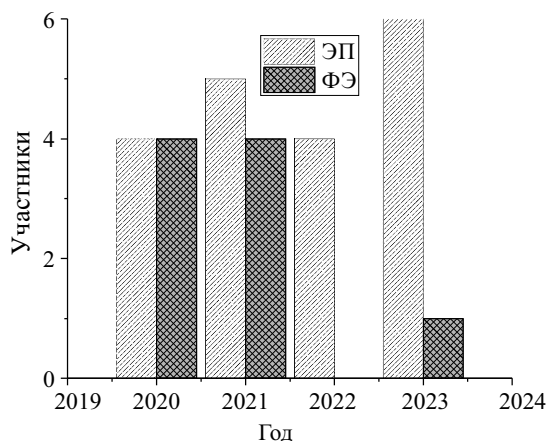


Рис. 1. Количество студентов, участвовавших в научной работе кафедры физики по годам

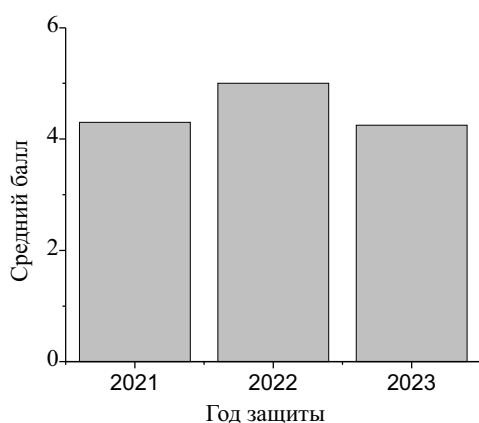


Рис. 2. Оценки, полученные на защите выпускной квалификационной работы

На первой встрече происходит ознакомление с направлением исследований всей лаборатории, экспериментальными установками, а также источниками опасности. Руководитель проекта проводит инструктаж по технике безопасности, сопровождаемый записями в специальном журнале. Следующий этап состоит в передаче студента конкретному сотруднику, назначенному наставником для данного студента. Сотрудник знакомит студента с экспериментальной установкой, органами управления, порядком включения и выключения. После этого посвящает студента в суть проблемы, над решением которой ему предстоит работать, а также предлагает ознакомиться с доступной литературой. В течение первого семестра участия в проекте студенту предлагается освоить экспериментальную установку и методики измерений. Все это делается под непосредственным руководством со стороны назначенного сотрудника, для которого этот этап связан

со значительными временными затратами. С этим приходится мириться, поскольку при благоприятном стечении обстоятельств обучаемый студент начинает приносить пользу делу, выполняя вначале простые, а затем и более сложные поручения. Темы исследований выбираются в рамках общего направления научных исследований, проводимых коллективом научной лаборатории кафедры физики. Вот лишь некоторые из них: «Генерация плазмы в тонкой металлической трубке путем инжекции электронного пучка», «Осаждение оксидных покрытий электронно-лучевым испарением керамики», «Параметры плазмы, создаваемой электронным пучком ленточной конфигурации». Как можно заметить, у направлений исследований довольно широкий диапазон – от измерений параметров плазмы до технологических задач осаждения покрытий на лопатки турбин.

Необходимое условие успешной работы – заинтересовать студента в содержании и результатах своего труда. Как показала практика, на первом этапе не следует загружать студента слишком объемными и сложными задачами. Это может отбить охоту к научным занятиям и погасить энтузиазм. Гораздо целесообразнее поставить небольшую конкретную задачу, которую предстоит решить самостоятельно. Вместе с тем здесь возникает противоречие между желаемым и действительным. Студенты приходят один раз в неделю на несколько часов, а научная работа, которой занимается сотрудник, осуществляется непрерывно, и за неделю происходит много изменений. В связи с этим каждая новая встреча начинается с информирования студента о том, что сделано за неделю, какие результаты получены и куда двигаться дальше. Это создает у студента ощущение сопричастности к работе и повышает заинтересованность в выполнении конкретного поручения. Велик соблазн привлечения студентов к хозяйственным работам: переноске оборудования, уборке помещений, наведению порядка в местах хранения инструментов и т.д. Подобные работы, с одной стороны, опять же создают ощущение сопричастности, но в то же время могут вызвать неудовлетворенность и несоответствие ожиданиям. Поэтому такие отвлечения не должны носить регулярный характер.

Групповое проектное обучение как промежуточное звено между аудиторными занятиями и научной деятельностью зарекомендовало себя как удачная форма организации учебного процесса и преобразования студента в полноценного научного работника.

Литература

1. Тимофеева Е.М., Белик Н.П., Тимофеева А.С. Научно-исследовательская работа студентов технических вузов // *Фундаментальные исследования*. 2007. № 12. С. 462–463.
2. Кондратьева И.А., Рогачева Т., Малина Н.В. Формирование навыков научно-исследовательской работы у иностранных студентов технических вузов // *Мир науки : ин-*

тернет-журнал. 2018. Т. 6, № 2. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/69PDMN218.pdf>.

3. Чайковская Л.А., Коноваленко И.Е. Научно-исследовательская деятельность студентов: роль, цель, задачи и проблемы организации в вузе // Человеческий капитал и профессиональное образование. 2017. Т. 24, № 4. С. 70–76.

Бурдовицин Виктор Алексеевич

Д-р техн. наук, профессор, профессор каф. физики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники

Ленина проспект, д. 40, г. Томск, 634050

Тел.: +7 (3822) 41-33-69

E-mail: burdov@fet.tusur.ru

Burdovitsin V.A.

Organization of Group Project-Oriented Learning at the Department of Physics

The issues of organizing the students' research work in the scientific laboratory of the Department of Physics of TUSUR are considered

Key words: features of scientific work, individual mentoring, attractiveness of scientific work.

References

1. Timofeeva EM, Belik NP, Timofeeva AS. Nauchno-issledovatel'skaya rabota studentov tekhnicheskikh vuzov [Research work of students of technical universities]. Fundamentalnie issledovaniya [Fundamental Research]. 2007;(12):462-463. (In Russ.)

2. Kondratieva IA, Rogacheva T, Malina NV. Formirovanie navykov nauchno-issledovatel'skoj raboty u inostrannykh studentov tekhnicheskikh vuzov [Formation of research work skills among foreign students in technical universities]. Mir nauki: internet-zhurnal [World of Science: Internet Journal]. 2018;6(2). Available from: <https://mir-nauki.com/pdf/69pdmn218.pdf>. [Accessed: 17 November 2023]. (In Russ.)

3. Chaikovskaja LA, Konvalenko IE. Nauchno-issledovatel'skaya deyatel'nost' studentov: rol', cel', zadachi i problemy organizacii v vuze [Research activities of students: role, purpose, tasks and problems of organization at the university]. Chelovecheskii kapital and professionalnoe obrazovanie [Human capital and professional education]. 2017;24(4):70-76. (In Russ.)

Victor A. Burdovitsin

Doctor of Engineering Sciences, professor, Department of Physics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics

40, Lenin prosp., Tomsk, Russia, 634050

Phone: +7 (382-2) 41-33-69

Email: burdov@fet.tusur.ru

УДК 378.147

Д.А. Кондрашов, Е.В. Рогожников, А.В. Коновальчиков, Е.В. Ломаков

«ИОТ-ХАКАТОН» КАК СПОСОБ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Описывается IoT-хакатон. Приводятся обоснование актуальности проведения хакатона, его роль в учебно-воспитательном процессе и актуальности IoT-тематики. Описываются цели и задачи проведения IoT-хакатона. Представлена программа его проведения и результаты. Авторами показана важность хакатонов в учебно-воспитательном процессе и необходимость их популяризации.

Ключевые слова: учебно-воспитательный процесс, хакатон, программа проведения хакатона, проектная работа, Интернет вещей, встраиваемые системы.

Вектор развития инновационных технологий направлен на автоматизацию процессов и создание роботизированных устройств. Активно развиваются сервисы, услуги и технологии Интернета вещей (Internet of Things, IoT). К ним относятся, например, концепции «умного» дома, «умного» производства, «умного» города. Неотъемлемой частью таких концепций являются встраиваемые системы Интернета вещей.

Встраиваемые системы предназначены для интеграции в экосистему Интернета вещей и обладают способностью воспринимать окружающую среду, принимать решения и взаимодействовать с ней, что дает возможность автоматизации процессов и снижения роли человека в таковых, вплоть до полного его замещения. Для подготовки специалистов в области инновационных технологий открываются направления подготовки в высших школах, создаются кафедры и факультеты, что относится к традиционному методу обучения. Также существуют альтернативные методы: групповое проектное обучение (ГПО), интерактивные методы обучения и т.д. В рамках университетов открываются направления ГПО для предоставления возможности обучающимся применять знания на реальных и актуальных задачах, а одним из методов интерактивного обучения является хакатон.

Хакатон – мероприятие, направленное на интенсивное сотрудничество в рамках решаемых проектов в течение одного или нескольких дней [1, 2]. Он позволяет в сжатые сроки повысить свой уровень как в так называемых *hard skills*, так в *soft skills*. *Hard skills* – навыки в предметной области, которые являются приобретаемыми и подходят для решения конкретных задач. *Soft skills* – включают в себя личностные навыки, в том числе межличностного общения, коммуникативные навыки, навыки слушания и говорения, решения проблем, лидерство и эмпатию.

Данная работа посвящена описанию проведения IoT-хакатона, его целям и результатам.

Предпосылки проведения IoT-хакатона. Его цели и задачи

В Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) ГПО осно-

вано в 2006 году. За это время было реализовано более 2000 проектов и основано более 100 организаций, созданных на основе проектов [3]. ГПО хорошо зарекомендовало себя в учебно-воспитательном процессе. С момента основания ГПО в ТУСУРе накоплен большой опыт организации проектной работы – от идеи до ее реализации.

Опыт в организации проектной деятельности послужил толчком для проведения хакатонов – более интенсивных и быстрых решений проектных задач. Хакатоны проводятся на различные темы и их количество ежегодно только растет.

Как говорилось ранее, технологии IoT активно развиваются и, объединив актуальность IoT и многолетний опыт в организации проектной работы и проведении хакатонов, было принято решение об организации IoT-хакатона.

Цель проведения IoT-хакатона – объединение студентов и молодых разработчиков университета для командного решения актуальных проектов по разработке встраиваемых IoT-систем, обмену знаниями и опытом.

Из цели были сформулированы основные задачи проведения хакатона:

- ◆ отобрать участников с достаточным уровнем знаний и навыков;
- ◆ объединить участников в команды для организации работы над проектами;
- ◆ создать условия для комфортной командной работы;
- ◆ определить актуальные проекты для IoT-систем;
- ◆ оценить решения проектов при помощи компетентного жюри.

Планирование проведения IoT-хакатона

Для начала были классифицированы участники IoT-хакатона, определены их роли и задачи. Затем установлены порядок участия, требования к командам, определен регламент регистрации, набор необходимого оборудования и программного обеспечения (ПО). Следом был составлен список тем проектов, предложенных к разработке на IoT-хакатоне, определены основные требования к проектам. Были установлены основные этапы проведения хакатона и определена программа.

Основные участники IoT-хакатона: участник, ментор, член экспертного жюри. Участник – дееспособное и правоспособное физическое лицо. Ментор – представитель организации, осуществляющий консультационную и методическую поддержку команд. Член экспертного жюри – эксперт, осуществляющий оценку проектов, с учетом которой определяется победитель и лауреаты IoT-хакатона (ментор не вправе быть членом экспертного жюри). Победитель – команда, чьи результаты признаны лучшими в одной из номинаций в результате оценки жюри на основании установленных критериев. Результат выполнения проекта – прототип программного решения.

Порядок участия в IoT-хакатоне состоял из нескольких последовательных этапов:

- ◆ регистрация всех участников в Google-форме мероприятия;
- ◆ формирование команд из зарегистрировавшихся;
- ◆ очный этап IoT-хакатона.

Даты начала и сроки проведения каждого этапа публиковались на официальной странице мероприятия.

Для участия в IoT-хакатоне команды должны соответствовать следующим требованиям:

- каждый участник может состоять только в одной команде;
- количество участников в команде не должно превышать трех человек;
- обладать навыками программирования на одном из языков программирования (C, C++, Wiring, Processing);
- иметь навыки работы с микроконтроллерами.

Процедура регистрации возможна как от команды, так и от одного участника в Google-форме. При командном участии капитану команды необходимо подать заявку на участие, указав название и состав команды. При регистрации одного участника необходимо заполнить личные данные участника.

После окончания регистрации команды заявка уходит на рассмотрение организаторам IoT-хакатона, где также происходит формирование команд из индивидуальных участников.

Для проведения IoT-хакатона необходимо просторное помещение (например, переоборудованный конференц-зал). Помещение должно быть оборудовано рабочими столами и стульями, техникой для презентации проектов, выходом в сеть Интернет при помощи проводного и беспроводного соединений.

На каждом из рабочих столов должен располагаться персональный компьютер (ПК), паяльное оборудование, сетевой фильтр не менее чем на 6 розеток. ПК участников и организаторов должны быть объединены в одну локальную сеть, на них должно быть установлено следующее ПО:

- операционная система (ОС) Microsoft Windows 10;

- пакет MS Office;
- Arduino IDE версии 1.8.xx;
- USB-Serial драйвер для чипа CH340;
- пакет поддержки STM32F для Arduino IDE.

На ПК, предназначенных для организаторов и менторов, роутеру, отвечающему за сетевое подключение в помещении, необходимо предоставить права администратора. Также в помещении должно располагаться 2 роутера с беспроводным доступом в сеть Интернет (оснащенных Wi-Fi).

К проектам были выдвинуты следующие требования:

- ◆ он должен быть разработан с использованием открытых данных (обязательное);
- ◆ должен быть целиком и полностью создан на IoT-хакатоне и не являться развитием уже существующего программного продукта;
- ◆ быть работоспособным и выполнять необходимые функции.

Проведение IoT-хакатона включало следующие этапы.

1. Регистрация участников, их знакомство и неформальное общение между собой и менторами.
2. Информирование участников о правилах IoT-хакатона.
3. Представление организаторами и менторами идей для проектов, комплектующих и наборов данных.
4. Жеребьевка команд для разработки программных решений.
5. Обучение команд по работе с отладочной платой «TUSUR IoT board» (выполнение вводных работ для знакомства с функционалом отладочной платы).
6. Генерация идей по реализации проектов внутри команд и общение с менторами.
7. Работа над реализацией проектов.
8. Подготовка к презентации разработанных решений.
9. Презентация прототипов разработанных программных решений жюри. Проверка на работоспособность и отказоустойчивость.
10. Совещание членов экспертного жюри и определение победителя и лауреатов IoT-хакатона.
11. Оглашение и награждение победителей и лауреатов IoT-хакатона.

Программа проведения IoT-хакатона имеет двухдневный формат, время проведения – с 8:00 до 21:00 с перерывом на обед.

Проведение IoT-хакатона

Для участников были определены проекты, предложенные к разработке.

1. Организация контроля доступа к рабочему месту с использованием технологии RFID.
2. Система управления информационным табло с использованием жестов.
3. Система автоматизированного управления микроклиматом в помещении.

4. Система контроля и мониторинга помещений.

5. Интеллектуальная система биодинамического освещения.

6. Автоматизация теплицы.

Регистрацию прошли 4 команды и 3 индивидуальных участника, которые были объединены в 5-ю команду. На открытии IoT-хакатона были оглашены цели и задачи, правила и темы проектов, представлен регламент хакатона и менторы.

После открытия состоялась жеребьевка команд по темам проектов. Участникам были предоставлены ознакомительные материалы для получения навыков работы с отладочной платой «TUSUR IoT board» и методические пособия по выполнению ознакомительных работ.

Участники самостоятельно определяли степень готовности к работе с платой. Но для выравнивания условий участников дополнительное оборудование для реализации решений было выдано всем одновременно в установленное регламентом время.

Далее участники приступили к генерации идей по теме проекта. Здесь, с точки зрения учебно-воспитательного процесса, важным является тот факт, что участники команды начинают мозговой штурм, в процессе которого генерируется большое количество идей и выбирается наилучшая. Данный этап способствует развитию коммуникативных навыков, навыков работы в команде, а также принятию аргументированных решений.

При сборке макета из предоставленных материалов у участников развиваются компетенции, связанные со схемотехникой, а также приобретаются навыки пайки. При написании кода программы участники получают навыки программирования микроконтроллеров, изучают их устройство и логику, а также приобретают навыки программирования на языке Wiring.

Участники неоднократно тестировали как свои коды программ, так и работоспособность макетов. Проводились тесты на корректность получаемых результатов, если все действия, совершаемые пользователем, являются ожидаемыми (заложенными как функциональные действия). Проводились тесты на реагирование кодов программы и макетов в случае, если пользователь совершает ошибочные действия (действия, не описанные как функциональные). Также проводились тесты на отказоустойчивость системы. Тестирование позволяет участникам получить навыки проектирования отказоустойчивых систем и корректно работающих систем в условиях, когда пользователь совершает не те действия, что от него ожидалось. Непосредственно приобретаются и сами навыки тестирования.

На второй день проведения хакатона одна из команд снялась с мероприятия по причине неявки ее участников, а разработку решений проектов продолжили 4 команды.

В установленное регламентом время разработка проектов всеми командами была остановлена и на-

чался этап подготовки презентации своего решения. Презентация решения позволяет участникам развивать навыки представления собственных разработок, грамотно и последовательно излагать свои мысли. Также формируются навыки публичных выступлений.

На протяжении всего хакатона менторы находились на месте проведения и осуществляли функции контроля и помощи при возникновении вопросов у участников. Также менторами отмечалась как командная работа, так и индивидуальные качества участников (лидерство, уровень знаний и т.д.). Команды победителей награждены призами, а наиболее успешные участники могут быть поощрены в дальнейшем.

Обсуждение результатов IoT-хакатона

Многолетний опыт в организации ГПО и проведении хакатонов в рамках ТУСУРа позволил качественно спланировать и организовать IoT-хакатон.

Всеми участниками была отмечена достойная подготовка и подход к организации IoT-хакатона, хорошая работа менторов как компетентных специалистов, помогающих как с организационными вопросами, так и с вопросами участников по разработке решений предложенных проектов. Также участники неоднократно высказывались о том, что IoT-хакатон позволил им получить новые знания, навыки, а также заинтересовал их на дальнейшее изучение IoT-систем.

Тем не менее всегда есть над чем работать. Несмотря на качественную работу организаторов, количество участников составило менее половины от ожидаемого. Необходимо проработать данный аспект и выяснить, по какой причине было подано неожиданно малое количество достойных заявок на участие в IoT-хакатоне.

Заключение

Хакатон является мощным инструментом в учебно-воспитательном процессе. За короткое время проводится большой объем интенсивной работы в изучении нового материала и закреплении полученных теоретических знаний на практике. Важным является и тот факт, что в процессе разработки решений для проекта осуществляется командная работа и приобретается навык мозгового штурма.

В процессе изучения и выполнения проектной работы участники наглядно видят результат своей деятельности, что значительно повышает мотивацию к дальнейшей проработке решений.

В рамках IoT-хакатона охватываются сразу несколько навыков, формирующих *hard skills*, – программирование, схемотехнические навыки и навыки пайки, а также навыков *soft skills*: лидерство, умение работать в команде, навыки слушателя и говорящего, коммуникативные навыки и решение возникающих проблем.

Необходимо популяризировать участие в хакатонах, поскольку они являются значимым инструментом альтернативных методов обучения, позволяющих в короткие сроки в значительной степени поднять уровень компетенций как *hard skills*, так и *soft skills*.

Тематика проведения хакатона и его эффективность в учебно-воспитательном процессе позволяют этому мероприятию занять немаловажную роль в подготовке специалистов в области инновационных технологий.

Литература

1. Жданко Т.А., Живокоренцева Т.В., Чупрова О.Ф. Проектирование индивидуальных образовательных маршрутов студентов в вузе // *MagisterDixit*. 2014. № 1 (3). С. 140–146.

2. Круподерова Е.П., Калиняк Т.И. Формирование информационно-образовательной среды основной профессиональной образовательной программы с помощью сетевых сервисов // *Проблемы современного педагогического образования*. 2016. № 53 (3). С. 277–283.

3. Групповое проектное обучение: ТУСУР. URL: <https://tusur.ru/ru/studentam/grupповое-proektное-obuchenie> (дата обращения: 08.11.2023).

Кондрашов Данила Александрович

Ассистент каф. телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) Томского государственного университета систем управления (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (3822) 41-33-98
Эл. почта: kondrashov.d.a@yandex.ru

Рогожников Евгений Васильевич

Канд. техн. наук, доцент, зав. каф. телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) Томского государственного университета систем управления (ТУСУР)
Ленина пр-т, д.40, г. Томск, Россия, 634050
Эл. почта: evgenii.v.rogozhnikov@tusur.ru

Коновальчиков Артем Владимирович

Ассистент каф. телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) Томского государственного университета систем управления (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (3822) 41-33-98
Эл. почта: priest250@gmail.com

Ломаков Евгений Витальевич

Ассистент каф. телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) Томского государственного университета систем управления (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (3822) 41-33-98
Эл. почта: lomakoff.j@yandex.ru

Kondrashov D.A., Rogozhnikov E.V., Konovalchikov A. V., Lomakov E.V.

‘IoT hackathon’ as a Way to Train Radio Engineering Specialists

An IoT hackathon is described. The substantiation of the importance of the hackathon, its role in the educational process

and the relevance of IoT topics are presented. The goals and objectives of the IoT hackathon are given. The program of its implementation and the results are shown. Its importance in the educational process and the need of its popularization are emphasized.

Keywords: educational process, hackathon, hackathon program, project work, Internet of things, embedded systems.

References

1. Zhdanko TA, Zhivokortseva TV, Chuprova OF. Proektirovanie individual'nyh obrazovatel'nyh marshrutov studentov v vuze [Designing individual educational routes for students at a university]. *MagisterDixit*. 2014;1(3):140-146. (In Russ.)

2. Krupoderova EP, Kalinyak TI. Formirovanie informacionno-obrazovatel'noj sredy osnovnoj professional'noj obrazovatel'noj programmy s pomoshch'yu setevykh servisov [Formation of the information and educational environment of the main professional educational program with the help of network services]. *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya* [Problems of modern pedagogical education]. 2016;(53-3):277-283. (In Russ.)

3. Gruppovoe proektное obuchenie: TUSUR [Group project training: TUSUR]. Available from: <https://tusur.ru/ru/studentam/grupповое-proektное-obuchenie> [Accessed date: 08 November 2023]. (In Russ.)

Danila A. Kondrashov

Assistant, Department of Telecommunications and Basic Principles of Radio Engineering, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 41-33-98
Email: kondrashov.d.a@yandex.ru

Evgeniy V. Rogozhnikov

Head of the Department, Department of Telecommunications and Basic Principles of Radio Engineering, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 41-33-98
Email: evgenii.v.rogozhnikov@tusur.ru

Artem V. Konovalchikov

Assistant, Department of Telecommunications and Basic Principles of Radio Engineering, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 41-33-98
Email: priest250@gmail.com

Evgeniy V. Lomakov

Assistant, Department of Telecommunications and Basic Principles of Radio Engineering, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 41-33-98
Email: lomakoff.j@yandex

УДК 338.45:005.42:378.4:001.895-043.8

Т.В. Архипова

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИМИ УНИВЕРСИТЕТАМИ В КОНТЕКСТЕ ПЕРСПЕКТИВ УСТОЙЧИВОГО ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

Рассматривается вопрос взаимодействия высокотехнологичных предприятий с предпринимательскими университетами для повышения потенциала устойчивого инновационного развития предприятий, коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности, формирования условий для инновационно ориентированного экономического роста, обеспечения технологического суверенитета российской экономики в условиях современных вызовов и угроз.

Ключевые слова: предприятие, высокотехнологичные отрасли промышленности, предпринимательский университет, устойчивое инновационное развитие.

Одним из ответов на современные технологические, социальные и экономические вызовы является, на наш взгляд, повышение значимости предпринимательских университетов, олицетворяющих собой инновации, интенсивный обмен знаниями, практико-ориентированность обучения, управленческие изменения, эффективные коммуникации с бизнес-сообществом. Предпринимательские университеты играют ведущую роль в обеспечении взаимодействия бизнеса и вузов, необходимого для подготовки специалистов с учетом требований и запросов современных предприятий, устойчивого инновационного развития, стабильного экономического роста.

Предприятия промышленности, в особенности высокотехнологичных отраслей, испытывают в настоящее время серьезные трудности, обусловленные санкционными ограничениями, а также тем, что они вынуждены функционировать и развиваться в условиях турбулентной, динамичной внешней среды, а это усложняет бизнес-процессы, создает барьеры для устойчивого инновационного развития, конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках.

Анализ динамики ВВП РФ за 2018-2022 гг. (рис. 1) показывает его уменьшение на 2,7% в 2020 г., что связано с введенными ограничениями, вызванными пандемией коронавируса COVID-19. В 2021 г. увеличение ВВП составило 5,6%, однако в 2022 г. в связи с введением санкционных ограничений ВВП уменьшился на 2,1%.

Приведенные данные, характеризующие динамику промышленного производства (рис. 2), свидетельствуют о падении показателя в 2022 г. по сравнению с 2021 г. до 99,4% [1], т.е. об отрицательном тренде развития российской промышленности.

Таким образом, деятельность предприятий высокотехнологичных отраслей промышленности, несмотря на введенные санкционные ограничения, сопряжена с ускорением развития технологий, информатизации

и цифровизации производственных процессов. Обеспечение устойчивости их экономического и инновационного развития в таких условиях требует принятия ряда мер, направленных на достижение целей по коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности, разработке и внедрению критических и сквозных технологий.

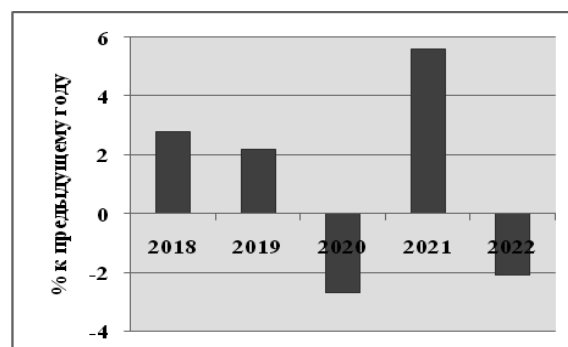


Рис. 1. Динамика ВВП России (темп прироста к предыдущему году, %)
Источник: Росстат

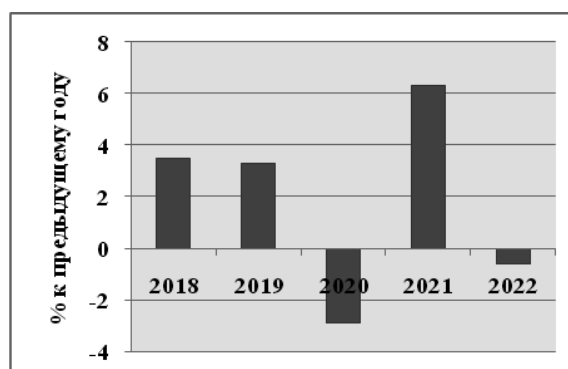


Рис. 2. Динамика промышленного производства в России (темп прироста к предыдущему году, %)

К таким мерам может быть отнесена более тесная коллаборация предприятий высокотехнологичных от-

раслей промышленности с предпринимательскими университетами, которые, наряду с фундаментальной профессиональной подготовкой и формированием технических компетенций у будущих специалистов, придают большое значение изучению социально-экономических наук для развития инноваций, способствующих решению социальных, экономических, технологических и других проблем, возникающих в современном мире. Знание и понимание законов функционирования общества, специфики профессиональных коммуникаций, взаимосвязи экономики и технологий является необходимым для профессионального развития специалиста.

Предприятия как работодатели, сотрудничая с вузами, взаимодействуют со студентами, привлекают экспертов предприятий к преподавательской деятельности, что дает возможность еще в процессе обучения приспособлять студентов к реальным потребностям производства, «выращивать» специалистов, выстраивать профессиональную траекторию будущего работника в нужном направлении.

Кроме того, предпринимательский университет концентрирует значительные ресурсы (финансовые, интеллектуальные), обладает высоким инновационным потенциалом и энергией молодости студентов, стремящихся изменить мир, нацеленных на достижение масштабных, амбициозных и актуальных целей для социума.

Укажем на еще одну предпосылку роста потенциала устойчивости инновационного развития – это уровень затрат на исследования и разработки.

Внутренние затраты на исследования и разработки представляют собой фактические денежные затраты, которые были сделаны в рамках НИОКР на территории страны. Они включают в себя как собственное финансирование организаций, так и финансирование из других источников, но не включают выплаты, сделанные за пределами страны. Оценка этих расходов основана на статистическом учете затрат, которые были произведены организациями в течение отчетного года независимо от их источника финансирования. Приведенные в таблице 1 данные свидетельствуют о снижении доли внутренних затрат на научные исследования и разработки в 2021–2022 гг.

Таблица 1

Внутренние затраты на научные исследования и разработки в Российской Федерации (2018–2022 гг.)

Затраты	2018	2019	2020	2021	2022
В текущих ценах, млрд руб.	1028,2	1134,8	1174,5	1301,5	1435,9
В % к ВВП	1,0	1,04	1,1	1,0	0,94

Источник: Росстат

Сравнение затрат на исследования и разработки в 2020 г. в разных странах показывает, что безусловным лидером выступает Израиль, который тратит на НИОКР 5,4% от ВВП, далее идут Швеция и Бельгия (3,5% от ВВП), затем США (3,4% от ВВП), Российская Федерация занимает 29-е место с затратами 1,1% от ВВП [2].

Приведенные данные свидетельствуют об отставании уровня финансирования затрат на исследования и разработки в Российской Федерации по сравнению с экономически развитыми странами.

В мае 2023 г. в России была принята Концепция технологического развития на период до 2030 года (Концепция), представляющая собой стратегический план, который направлен на развитие высокотехнологичных отраслей экономики России [3].

В рамках данной Концепции предполагается достижение таких целей:

- «обеспечение национального контроля над воспроизводством критических и сквозных технологий;
- переход к инновационно ориентированному экономическому росту, усиление роли технологий как фактора развития экономики и социальной сферы;
- технологическое обеспечение устойчивого функционирования и развития производственных систем» [3].

На рост потенциала устойчивого инновационного развития высокотехнологичных предприятий оказывает существенное влияние, как было указано выше, их взаимодействие с предпринимательскими университетами.

В Концепции представлен широкий спектр механизмов реализации поставленных целей. Среди них отметим следующие:

- «фокусировка программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» на разработке и внедрении критических и сквозных технологий, коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности;
- усиление роли ключевых образовательных организаций высшего образования и научных организаций в качестве драйверов технологического развития за счет дополнения функциями в сфере исследований и разработок, опытно-конструкторских работ и экспериментального производства» [3].

В рамках «Программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» Томским государственным университетом систем управления и радиоэлектроники реализуются следующие проекты:

- Микроэлектроника и системы связи нового поколения;
- ИТ, безопасная цифровая среда и киберфизические системы;
- Науки о космосе и инжиниринг;
- Биомед;
- Управленческая и инфраструктурная трансформация» [4].

Цель «проекта «Науки о космосе и инжиниринг» – обеспечение опережающего научно-технологического задела для ракетно-космической отрасли за счёт разработки и создания прорывных технологических решений, интеллектуальных комплексов и систем мирового уровня, развития фундаментальных методов исследования космического пространства и теории квантовой гравитации, обеспечивающих высокую конкурентоспособность и научный приоритет России, а также подготовка кадров» [4]. В рамках реализации этого проекта в 2022 г. получены следующие результаты: томскими учеными создан сборочно-испытательный комплекс, позволяющий реализовать полный цикл разработки, изготовления и испытаний как наземных, так и бортовых энергопреобразующих устройств ракетно-космической техники [5].

Кроме этого, ТУСУРом разработан проект строительства и технологического оснащения многофункционального Центра микроэлектронных систем (19 тыс. кв. м), где будут располагаться научно-технологические, лабораторные и лекционные помещения [5].

В 2023 г. Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники подписал с холдингом «Росэлектроника» госкорпорации «Ростех» соглашение о сотрудничестве в области научно-технической, образовательной и инновационной деятельности для развития наукоемких производств [6].

Таким образом, ТУСУР как предпринимательский университет демонстрирует значимые результаты по проектам в рамках реализации Программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030», взаимодействует с предприятиями высокотехнологичных отраслей промышленности, а также продолжает работу над проектами по созданию суверенных технологий, продуктов в области ИТ, микроэлектроники, систем связи, космического инжиниринга, биомедицинских технологий, информационной безопасности. При этом выстраивается более интенсивная кооперация с бизнесом [5].

Подводя итог, можно заключить, что взаимодействие и стратегическое партнёрство высокотехнологичных предприятий с предпринимательскими университетами призвано прежде всего решать проблемы «разрыва» между реальным сектором экономики и сферой высшего образования, несоответствия уровня подготовки специалистов потребностям рынка, отсутствия инновационной деятельности в университетах. Такое партнёрство генерирует предпосылки для повышения эффективности и конкурентоспособности, роста потенциала устойчивого инновационного развития, инновационно-ориентированного экономического роста, обеспечения технологического суверенитета российской экономики.

Литература

1. Динамика промышленного производства в 2022 году. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/313/document/196621> (дата обращения: 16.11.2023).
2. Данные по глобальным показателям целей в области устойчивого развития (ЦУР) Европейской экономической комиссии ООН. URL: <https://w3.unece.org/SDG/ru/Indicator?id=123> (дата обращения: 03.10.2023).
3. Правительство России. Документы. URL: <http://static.government.ru/media/files/KIJ6A00A1K5t8Aw93NfRG6P8OIbBp18F.pdf> (дата обращения: 08.11.2023).
4. Приоритет 2030. URL: <https://prioritet.tusur.ru/> (дата обращения: 02.11.2023 г.).
5. РИАТОМСК. URL: <https://www.riatomsk.ru/article/20221210/62696/?ysclid=lp9iciyvzf563787628> (дата обращения: 21.10.2023).
6. Официальный интернет-портал Администрации Томской области. URL: <https://tomsk.gov.ru/news/front/view?id=112430&ysclid=ipcsr58j33507309564> (дата обращения: 28.10.2023).

Архипова Татьяна Васильевна

Ст. преподаватель каф. менеджмента Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050

ORCID 0000-0002-5731-4401

Тел.: +7 (3822) 70-15-78

Эл. почта: tatiana.v.arkhipova@tusur.ru

Arkhipova T.V.

Interaction of high-tech enterprises with entrepreneurial universities in the context of prospects for sustainable innovative development

The interaction of high-tech enterprises with entrepreneurial universities to increase the potential for sustainable innovative development of enterprises, commercialization of intellectual property, formation of conditions for innovation-oriented economic growth, ensuring technological sovereignty of the Russian economy in conditions of modern challenges and threats is considered.

Keywords: enterprise, high-tech industries, entrepreneurial university, sustainable innovation development.

References

1. Dinamika promyshlennogo proizvodstva v 2022 godu [Dynamics of industrial production in 2022]. Available from: <https://rosstat.gov.ru/folder/313/document/196621> [Accessed: 06 October 2023]. (In Russ.)
2. Dannye po global'nym pokazatelyam celej v oblasti ustojchivogo razvitiya (CUR) Evropejskoj ekonomicheskoy komissii OON [Data on the global indicators of the Sustainable Development Goals (SDGs) of the UN Economic Commission for Europe]. Available from: <https://w3.unece.org/SDG/ru/Indicator?id=123> [Accessed: 03 October 2023]. (In Russ.)
3. Pravitel'stvo Rossii. Dokumenty [Government of Russia. Documents]. Available from: <http://static.government.ru/media/files/KIJ6A00A1K5t8Aw93NfRG6P8OIbBp18F.pdf> [Accessed: 08.11.2023]. (In Russ.)

4. Prioritet 2030 [Priority 2030]. Available from: <https://prioritet.tusur.ru/> [Accessed: 02 November 2023]. (In Russ.)

5. RIATOMSK. Available from: <https://www.riatomsk.ru/article/20221210/62696/?ysclid=lp9iciyvzf563787628> [Accessed: 10 October 2023]. (In Russ.)

6. Oficial'nyj internet-portal Administracii Tomskoj oblasti [Official Internet portal of the Tomsk Region Administration]. Available from: <https://tomsk.gov.ru/news/front/view?id=112430&ysclid=lpcsr58j33507309564> [Accessed: 08 October 2023]. (In Russ.)

Tatiana V. Arkhipova

Senior Lecturer, Department of Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

ORCID (0000-0002-5731-4401)

Phone: +7 (382-2) 70-15-78

Email: tatiana.v.arkhipova@tusur.ru

УДК 37.047

В.Ю. Цибульникова

О ПОДХОДАХ К ВЫЯВЛЕНИЮ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ

Существует множество исследований, направленных на выявление и оценку предпринимательских компетенций различных категорий населения. В контексте образовательной деятельности особый интерес представляет изучение комплекса качеств у студентов, которое помогло бы на ранних стадиях выявлять наличие предпринимательских компетенций. Предпринята попытка проверить гипотезу о взаимосвязи типа личности с наличием определенного набора предпринимательских компетенций. В рамках исследования рассмотрена возможность корреляции типологии личности по методике Майерс-Бриггс и качеств личности студента, которые позволяют ему занимать амбициозную жизненную позицию.

Ключевые слова: типология личности, Майерс-Бриггс, студент, предпринимательская компетенция, предпринимательство.

Развитие предпринимательства в России – одна из важнейших стратегических задач государства. Предпринимательская деятельность является одним из катализаторов развития экономики. Важно не только развивать меры поддержки предпринимателей и малого бизнеса, но и усиливать подготовку обучающихся в этой части.

Существует представление, что одни индивиды в силу своих врождённых качеств более предрасположены к предпринимательской деятельности, чем те, кто не оказался наделен набором определенных черт. Иными словами, к ведению предпринимательской деятельности должна быть изначальная склонность.

Другая точка зрения заключается в том, что предпринимательство – это набор навыков, которые можно натренировать, развить. Очевидно, что истина находится где-то посередине. Один из ответов на этот вопрос может быть найден в рамках исследования набора компетенций, которыми необходимо обладать предпринимателю, и выявления этого набора у обучающихся. Таким способом можно оценить, какой процент исследуемых имеет явную предрасположенность к ведению предпринимательской деятельности, а кому необходимо поработать над развитием некоторых навыков.

В этой связи интересными представляются исследования типологий личностей и выявление определенных паттернов, которые характеризуют ключевые черты характера, набор навыков и особенности поведения.

В литературе описаны различные подходы к определению предпринимательских компетенций. Их анализ позволяет сгруппировать несколько концепций к определению предпринимательских компетенций (рис. 1).

Интересно, что социально-когнитивная теория сравнивает и анализирует развитие знаний и способностей предпринимателя во взаимодействии с окружающей средой, то есть через призму контекста. Например, анализируется деятельность студентов в моделируемом или реальном контексте создания стартап-проек-

тов, чтобы выявить наличие набора необходимых для этой деятельности компетенций.

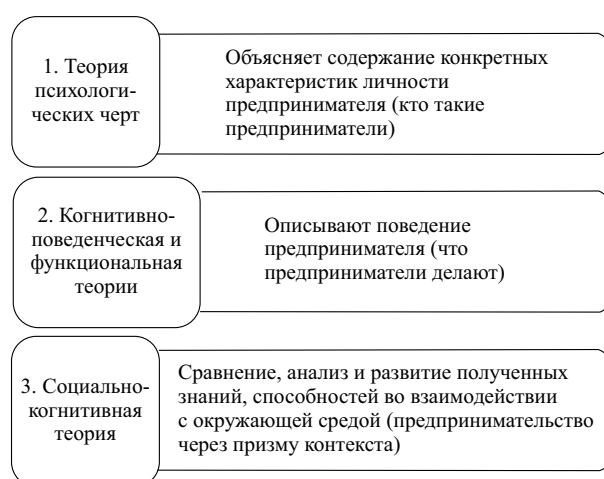


Рис. 1. Типология концепций к определению предпринимательских компетенций

Эти концепции также подразумевают различные разъяснения роли творчества и инноваций, связанных с предпринимательством. Большинство концепций и определений предпринимательских компетенций ограничиваются психологическими и поведенческими элементами компетентности (личностными чертами и «умением вести себя») и не рассматриваются как интегрированная и контекстно-зависимая конструкция черт, знаний, способностей, навыков [1].

Рассматривая многообразие подходов и методик оценки предпринимательских компетенций, становится очевидным: не сформировалось единого представления, что является первичным – качества личности или имеющиеся знания. Отсюда следует и отсутствие единого взгляда на необходимый и достаточный набор предпринимательских компетенций, который должен быть для того, чтобы спрогнозировать индивиду высокую вероятность карьеры предпринимателя. В исследовании А. В. Пеша, М. Н. Шавровской, З. Каха [2]

Таблица 1

Типы личности по методике MBTI

Тип личности	Ориентация / склонность
1. ISTJ (Интровертный, Ощущающий, Думающий, Рассуждающий)	Факты и логика, склонность к планированию и жестким правилам
2. ISFJ (Интровертный, Ощущающий, Чувствующий, Рассуждающий)	Эмоции и сочувствие, склонность к заботе о других и следованию традициям
3. INFJ (Интровертный, Интуитивный, Чувствующий, Рассуждающий)	Интуиция и эмоции, склонность к творческому мышлению и заботе о других, интроверты погружены в свой внутренний мир
4. INTJ (Интровертный, Интуитивный, Думающий, Рассуждающий)	Логика и творческое мышление, склонность к стратегическому планированию и анализу данных
5. ISTP (Интровертный, Ощущающий, Думающий, Воспринимающий)	Факты и логика, склонность к принятию решений на основе анализа и опыта
6. ISFP (Интровертный, Ощущающий, Чувствующий, Воспринимающий)	эмоции и забота о других, склонность к творчеству и экспрессии своих чувств
7. INFP (Интровертный, Интуитивный, Чувствующий, Воспринимающий)	Интуиция и эмоции, склонность к творчеству и заботе о других
8. INTP (Интровертный, Интуитивный, Думающий, Воспринимающий)	Логика и творческое мышление, склонность к анализу данных и критическому мышлению
9. ESTP (Экстравертный, Sensing, Думающий, Воспринимающий)	Факты и логика, склонность к принятию решений на основе опыта и анализа
10. ESFP (Экстравертный, Ощущающий, Чувствующий, Воспринимающий)	Эмоции и забота о других, склонность к творчеству и экспрессии своих чувств
11. ENFP (Экстравертный, Интуитивный, Чувствующий, Воспринимающий)	Интуиция и эмоции, склонность к творчеству и заботе о других
12. ENTP (Экстравертный, Интуитивный, Думающий, Воспринимающий)	Логика и творческое мышление, склонность к анализу данных и критическому мышлению
13. ESTJ (Экстравертный, Ощущающий, Думающий, Рассуждающий)	Факты и логика, склонность к планированию и жестким правилам
14. ESFJ (Экстравертный, Ощущающий, Чувствующий, Рассуждающий)	Эмоции и сочувствие, склонность к заботе о других и следованию традициям
15. ENFJ (Экстравертный, Интуитивный, Чувствующий, Рассуждающий)	Интуиция и эмоции, склонность к заботе о других и творческому мышлению, экстраверты получают энергию от общения с людьми
16. ENTJ (Экстравертный, Интуитивный, Думающий, Рассуждающий)	Логика и творческое мышление, склонность к стратегическому планированию и анализу данных

Как видно из таблицы 1, каждый тип личности имеет склонности к определенному стилю поведения. Исследования показывают, что такие типы личности, как ENTP, ENTJ или ESFJ больше склонны к ведению предпринимательской деятельности в силу черт характера.

показано, что различие в подходах приводит к вариативности понимания сути предпринимательства и, как следствие, к различиям в обучении и формировании образовательных программ.

При этом интересен такой факт: большинство исследователей сходятся во мнении, что внимание к качествам личности и особенностям проявления личности во внешней среде в большей степени позволяет выявить склонности индивида к предпринимательской деятельности. В связи с этим представляется целесообразной проверка гипотезы о том, что оценка типа личности и последующее его сопоставление с набором навыков может способствовать более качественной оценке предпринимательских компетенций у студентов.

К настоящему времени проведена масса исследований для определения типологий личности и оценки различных качеств и компетенций людей разного возраста. Популярностью пользуется так называемая соционика, которая в том числе позволяет оценивать интровертный или экстравертный тип личности, вводит отличия думающего типа личности от чувствующего и т.д. Одной из таких методик по верификации личностных качеств является методика Майерс-Бриггс.

Первая версия теста MBTI (Myers-Briggs Type Indicator) была разработана Кэтрин Бриггс еще в 1942 г. и основывалась на типологии К. Юнга. Впоследствии методика была доработана ее дочерью Изабель Бриггс-Майерс, которая внесла значительный вклад в развитие и применение теста.

Сегодня различные модификации тестов MBTI на определение типа личности во многом позволяют определить индивидуальные личностные предпочтения в карьере, работе и особенностях деятельности человека. В методике MBTI используются 4 шкалы, показанные на рис. 2.

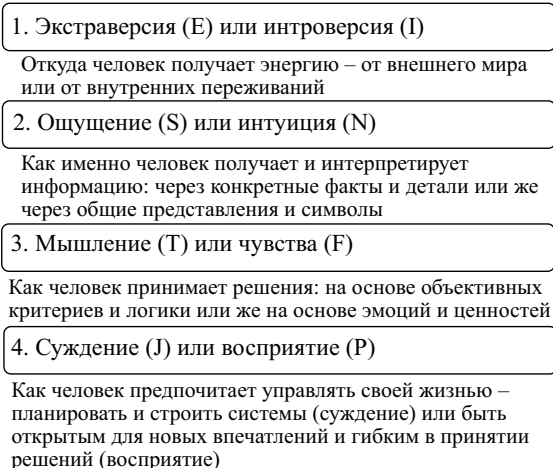


Рис. 2. Шкала методики Майерс-Бриггс

Сочетание этих качеств раскрывается в 16 различных типах личности, которые кратко описаны в таблице 1.

В этой связи интерес представляет исследование, проведенное в 2019 г. в США, которое показало, что существует зависимость уровня доходов человека от его типа личности, определенного по типологии Майерс-Бриггс [3]. Обнаружилось, что доход сильно варьируется от одного типа личности к другому, причем некоторые типы с гораздо большей вероятностью достигают высокого дохода. Экстравертные и думающие типы личности доминируют среди уровня доходов, причем тип ENTJ имеет в среднем самый высокий доход из всех. Мыслящие экстраверты в среднем зарабатывают больше, среди них больше процент тех, кто получает 150 000 долларов США и выше. Экстраверсия дает «премию» в размере почти 10 000 долларов годового дохода. «Мыслители» зарабатывают больше, чем «чувствующие» почти на 8000 долларов в год.

Также выявлено, что в целом интроверты с большей вероятностью будут зарабатывать очень мало по сравнению с экстравертами, а «восприимчивые» также оказались более склонны к низкому заработку.

Качества личности влияют на решения о карьере, в том числе на то, сколько времени они тратят на свое образование, уход за детьми и прочее. Из этого следует, что в течение жизни человека на разных ее этапах преобладают разные тенденции в получении дохода для разных типов личности. Для прояснения этого был рассмотрен размер среднего дохода для каждого типа личности в каждом десятилетии типичной рабочей жизни человека.

Этот анализ показал, что различные типы личности имеют различные карьерные траектории. ENTJ, которые, как правило, являются самыми высокооплачиваемыми в начале карьерного пути: они зарабатывают больше всех остальных типов в возрасте от 20 до 30 лет. Однако при достижении 40 лет доходы ENTJ становятся меньше, чем у ENTP, которые являются довольно средними работниками, пока они не достигнут своего пика развития к 40 годам и не станут самыми зарабатывающими типами из всех.

Другие типы личности, чей доход нарастает во второй половине жизни, такие как ESTP, INTJ и INTP, как правило, зарабатывают свои самые высокие доходы к 50 годам. ESFP, ISFP и ISFJ также имеют доходы, которые достигают пика во второй половине жизни, возможно, потому, что эти люди с большей вероятностью склонны заботиться о детях и семье в более молодом возрасте.

На наш взгляд, уровень доходов тесно связан с наличием или отсутствием определенного набора компетенций, к коим, несомненно, относятся и предпринимательские.

Выделим качества экстраверта, которые оказывают максимальное влияние на уровень дохода:

- экспрессия: быстро говорит и с готовностью делится своими мыслями и чувствами;
- энергичность: обладает высоким уровнем энергии и предпочитает занятость ничегонеделанию;

– заметность: любит быть на виду и ценит социальный статус выше личной жизни / приватности.

При этом качества «мыслителя», связанные с доходом, следующие:

- готовность к вызовам: не избегает конфликтов и любит дебаты;
- ориентация на цель: принимает решения на основе данных, а не личных соображений;
- рациональность: предпочитает не поддаваться эмоциям или находиться рядом с теми, кто выражает сильные эмоции.

Еще одно качество, прямо влияющее на доход, – амбициозность, т.е. способность ставить перед собой высокие цели и стремиться к достижениям.

Если сравнить типы с наибольшими и наименьшими доходами, то мы получим различия в 25 000 долларов: у ENTJ (интуитивный думающий экстраверт) средний доход 59 993 долл., а у INFP (сенсорный чувствующий интроверт – полная противоположность ENTJ) – 33 700 долл.

Больше 50 000 долл. зарабатывают ENTJ, ENTP, ESTJ и ESTP, а меньше 40 000 зарабатывают INFJ, INTP, INFP, ISFP. Следовательно, для того чтобы увеличивать свой доход, человеку необходимо развивать энергичность, рациональность, публичность, коммуникабельность и т.д.

Таким образом, имеется прямая взаимосвязь между типом личности и наличием и развитием у индивида предпринимательских компетенций, которые во многом могут быть раскрыты через наличие тех качеств, которые напрямую влияют на уровень дохода. В связи с этим необходима разработка подхода, который поможет более точно установить эту взаимосвязь и сформировать поведенческий подход к оценке предпринимательских компетенций.

Литература

1. Жуплей И.В., Потенко Т.А., Косиенко Р.С. Предпринимательские компетенции: вызов инженерному образованию // Мир науки. Педагогика и психология. 2019. № 6. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/93PDMN619.pdf> (дата обращения: 21.11.2023).
2. Пеша А.В., Шавровская М.Н., Каха З. Развитие предпринимательских компетенций студентов бакалавриата России и Чехии: гендерный аспект // Образование и наука. 2022. Том 24, № 1. URL: <https://www.edscience.ru/jour/article/download/2545/1059> (дата обращения: 21.11.2023).
3. The income effect of personality type. Research report by Truity. URL: <https://www.truity.com/sites/default/files/fillpdf/personalityandincome2019.pdf> (дата обращения: 25.11.2023).

Цибульникова Валерия Юрьевна

Канд. экон. наук, доцент, зав. каф. экономики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина ул., д. 40, г. Томск, Россия, 634050

ORCID 0000-0002-3337-6624

Тел.: +7 (3822) 90-71-92

Эл. почта: valeriia.i.tsibulnikova@tusur.ru

Tsibulnikova V.U.

Approaches to Revealing Student's Entrepreneurial Competencies

There are a lot of studies aimed at revealing and evaluating entrepreneurial competencies of various categories of the population. In the context of educational activities, it is of particular interest to study the set of qualities of students, which would help to reveal their entrepreneurial competencies at an early stage. An attempt to test the hypothesis about the relationship of personality type with a certain set of entrepreneurial competencies is made. The study shows the possibility of correlation between the typology of personality according to the Myers-Briggs method and the qualities of a student's personality that allow him to take an ambitious life position.

Key words: typology of personality, Myers-Briggs, student, entrepreneurial competence, entrepreneurship.

References

1. Zhupley IV, Potenko TA, Kosienko RS. Predprinimatel'skie kompetencii: vyzov inzhenernomu obrazovaniyu [Entrepreneurial competencies: challenge to engineering education]. Mir nauki.

Pedagogika i psihologiya [World of Science. Pedagogy and psychology]. 2019;(6). Available from: <https://mir-nauki.com/PDF/93PDMN619.pdf> [Accessed: 21 November 2023]. (In Russ.)

2. Pesha AV, Shavrovskaya MN, Kakha Z. Razvitie predprinimatel'skikh kompetencij studentov bakalavriata Rossii i Chexhii: gendernyj aspekt [Development of entrepreneurial competencies of undergraduate students in Russia and the Czech Republic: gender as-project]. Obrazovanie i nauka [Education and Science]. 2022;24(1). 20: <https://www.edscience.ru/jour/article/download/2545/1059> [Accessed: 21 November 2023]. (In Russ.)

3. The income effect of personality type. Research report by Truity. Available from: <https://www.truity.com/sites/default/files/fillpdf/personalityandincome-report2019.pdf> [Accessed: 25 November 2023]. (In Russ.)

Valeriya U. Tsibulnikova

PhD in Economics, Head of the Department, Department of Economics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

ORCID (0000-0002-3337-6624)

Phone: +7 (382-2) 90-71-92

Email: valeriia.i.tsibulnikova@tusur.ru

УДК 378.1

П.Е. Троян, Ю.В. Сахаров, И.А. Чистоедова, С.В. Смирнов

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА КАК ЭЛЕМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РФ

Представлена методика проведения учебно-исследовательской работы студентов с учетом потребности предприятий оборонно-промышленного комплекса, реализуемая на кафедре физической электроники ТУСУРа. Показана важная роль учебно-исследовательской работы в формировании профессиональных компетенций будущих высококвалифицированных инженерных кадров и их способности в кратчайшие сроки приступить к выполнению возложенных на них трудовых функций.

Ключевые слова: оборонно-промышленный комплекс, учебно-исследовательская работа, профессиональные компетенции, подготовка высококвалифицированных инженерных кадров.

Перевод предприятий оборонно-промышленного комплекса (ОПК) на мобилизационные рельсы резко обострил кадровую проблему и усложнил выполнение гособоронзаказа. Кадровый голод в сфере ОПК наблюдался и ранее, однако в тех условиях и гособоронзаказ был меньше и отток специалистов был не столь большим. Частичная мобилизация и отъезд части высококвалифицированных специалистов за рубеж после ее объявления резко обострили проблему кадров по всей России, и особенно в сфере ОПК, поскольку гособоронзаказ на предприятиях данной сферы вырос в разы. Это заставляет искать различные варианты решений, которые позволят привлечь дополнительные трудовые ресурсы.

Правительство предложило один из вариантов восполнения рабочих специальностей за счет бесплатного переобучения менее востребованных специалистов. Сразу же премьер-министром Михаилом Мишустинным было подписано постановление о содействии в трудоустройстве граждан, изъявивших желание работать на предприятиях ОПК страны [1]. Однако это решит проблему лишь частично, поскольку нехватку инженерных кадров таким образом не решить. При этом именно потребность предприятий в инженерных кадрах стоит наиболее остро и возросла в три-четыре раза, что объясняется прежде всего высокими технологиями, используемыми в современном вооружении. И в этих современных реалиях необходимо искать новые пути решения проблемы.

В таких условиях вузы не должны оставаться в стороне, следует сделать все возможное для подготовки высококвалифицированных инженерных кадров, способных в кратчайшие сроки приступить к выполнению возложенных на них трудовых функций. При этом важно отметить, что сегодня основной задачей вузов является не увеличение количества выпускников, что может быть реализовано как за счет увеличения количества бюджетных мест, так и увеличения процен-

та выпускников, а прежде всего повышение качества будущих специалистов. Это позволит значительно сократить время, необходимое на адаптацию выпускников на предприятии и начало выполнения ими трудовых функций, с учетом того, что на некоторых предприятиях ОПК этот срок составляет в среднем 1–3 года. Этого времени с учетом текущей обстановки сейчас попросту нет. Следовательно, в стенах вуза, помимо образовательных программ, направленных на освоение фундаментальных научных знаний, необходимо использование практико-ориентированных образовательных программ, а также совершенствование их содержания и технологии обучения, направленное на целевое обучение студентов в интересах организаций ОПК. Одной из важных составляющих практико-ориентированных образовательных программ является учебно-исследовательская работа студентов, направленная на формирование профессиональных компетенций будущих специалистов. В связи с этим данная дисциплина должна быть усилена элементами инженерного подхода в решении научно-исследовательских задач, стоящих перед предприятиями ОПК.

Кафедра физической электроники (ФЭ) ТУСУРа уже более 8 лет принимает активное участие в программе по развитию системы подготовки кадров для ОПК. Сама программа подготовки стартовала в 2015 г. и была финансируема Министерством науки и высшего образования РФ. Закончилась программа в 2020 г. За этот период было заключено 42 трехсторонних договора между предприятием-заказчиком, образовательной организацией и студентом. В качестве заказчиков выступали ведущие предприятия России, на которых выпускалась продукция для ОПК. Это такие известные предприятия, как АО «НПФ «Микран», Томск; АО «НИИПП», Томск; АО «НПП «Восток», Новосибирск; АО «ПКК Миландр», Зеленоград. За время участия в данном проекте были реализованы следующие программы: «Подготовка высококвалифицированных

специалистов в области разработки изделий микро- и наноэлектроники» (квалификация – магистр) для АО «НПП «Восток»; «Подготовка высококвалифицированных специалистов в области разработки изделий СВЧ-микро- и наноэлектроники» (квалификации – магистр и преподаватель/преподаватель-исследователь) для АО «НПФ «Микран»; «Подготовка высококвалифицированных специалистов в области разработки интегральных микросхем» (квалификация – магистр) для АО «ПКК Миландр» [2].

После окончания финансирования данных программ кафедры ФЭ, накопив значительный опыт в их реализации, по обоюдной заинтересованности с предприятиями сферы ОПК продолжило эту практику и по настоящее время. За период с 2021 по 2023 год было заключено уже 50 трехсторонних договоров между предприятием-заказчиком, образовательной организацией и студентом, что несколько больше, чем за период действия программы. Прежде всего это объясняется как интересом со стороны работодателей сферы ОПК, поскольку они получили за период действия программы значительный приток высококвалифицированных специалистов, которые смогли быстро адаптироваться и приступить к выполнению трудовых функций, так и интересом со стороны студентов, вдохновленных карьерным ростом своих старших товарищей.

Участие в данных программах потребовало пересмотра подхода к преподаванию дисциплины «Учебно-исследовательская работа в семестре» (УИРвС) в сторону ее практико-ориентированности в интересах предприятий ОПК. УИРвС – это специально организованная деятельность, приобщающая студентов к профессиональной деятельности, способствующая развитию творческой инициативы и приобретению студентами компетенций в профессиональной деятельности. Прежде всего дисциплина УИРвС должна быть направлена:

- ◆ на улучшение ситуации с формированием и оценением профессиональных компетенций студентов;
- ◆ повышение мотивации студентов к научно-исследовательской работе;
- ◆ увеличение интереса работодателей сферы ОПК на практико-ориентированный подход к подготовке специалистов;
- ◆ улучшение коммуникабельности студентов и приобщение их к работе в команде над общей задачей;
- ◆ использование и развитие собственного изобретательского потенциала отдельных студентов и команды в целом;
- ◆ развитие лидерских качеств;
- ◆ ощущение востребованности будущих специалистов в реальном секторе экономики, в том числе и на предприятиях сферы ОПК;
- ◆ стимулирование студентов на получение дополнительных знаний, необходимых для достижения поставленных задач;

◆ расширение кругозора студентов в профессиональной сфере.

Дисциплина УИРвС проводится с весеннего семестра второго курса по осенний семестр четвертого курса и идет параллельно групповому проектному обучению (ГПО). Формат проведения дисциплины, объем задач и их сложность зависят от приобретенных студентами профессиональных компетенций и курса обучения.

Студенты занимаются исследовательской работой в подгруппах. Это прежде всего формирует основы коммуникабельности и умения работать в команде. Обычно подгруппы состоят из трех, максимум четырех человек. На первом занятии подгруппа совещается и выбирает интересующую их тему исследования, формулирует цель и задачи исследования, создает дорожную карту проведения исследований, а также начинает поиск научно-технической информации, требующейся для выполнения работы. В каждой подгруппе выбирается руководитель, который отвечает за ход выполнения научно-исследовательской работы, распределяет работу среди участников подгруппы, контролирует своевременность выполнения основных этапов работы.

Примерные темы для проведения УИРвС на втором курсе с учетом приобретенных студентами за период обучения компетенций могут быть следующими: тонкопленочные датчики давления и влажности, тензодатчики, датчики движения, датчики температуры, датчики магнитного поля, беспроводная зарядка, измерители освещенности, ионисторы и другие [3]. Самым важным аспектом работы является не только изучение литературы по данным темам, но и изготовление самого прибора с заданными параметрами с формированием базового комплекта конструкторской документации, включаемого в обязательный отчет.

Все занятия УИРвС на втором курсе состоят из основных частей, включающих весь комплекс как репродуктивных, так и активных и интерактивных технологий, к примеру: работа с литературой, дискуссионные технологии, научно-исследовательские технологии, проблемно-поисковые технологии, игровые технологии, работа с измерительным и технологическим оборудованием, решение числовых задач, в том числе и с использованием численных методов, обработка и анализ полученных экспериментальных и расчетных результатов, семинар, публичная защита [4]. При этом важно, чтобы большая часть времени посвящалась практической работе с измерительным и технологическим оборудованием, изготовлению экспериментальных образцов или макетов, проведению измерений, а также обработке и анализу экспериментальных результатов с использованием знаний математической статистики.

Заканчивается дисциплина публичной защитой каждого проекта перед всеми учащимися и комисси-

ей из числа профессорско-преподавательского состава обучающей кафедры. Комиссия из числа профессорско-преподавательского состава кафедры оценивает выступление каждого студента и команды в целом: оценивается уровень защиты проекта, а также степень сформированности профессиональных компетенций, предусмотренных учебным планом. По результатам защиты каждому студенту выставляется оценка, параллельно анализируется и эффективность применения образовательных технологий, положительные и отрицательные стороны с целью повышения качества и эффективности практико-ориентированных образовательных технологий при подготовке специалистов для ОПК.

УИРВС на третьем курсе направлена на освоение базовых методик планирования и постановки эксперимента, а также обработки экспериментальных данных с обязательным использованием статистических методов. Студенты проводят серию коротких экспериментальных работ с использованием статистических методов обработки экспериментов – это общий статистический анализ, частотное распределение, критерий Пирсона (проверка теории о нормальном распределении), корреляция Пирсона, ранговая корреляция Спирмена, ковариация, статистика Фишера, статистика Стьюдента, регрессивный анализ [5].

Примерные темы УИРВС для третьего курса: исследование тонкопленочных конденсаторов, исследование тонкопленочных резисторов, исследование твердотельных фотоприемников, исследование светодиодов на основе гетероструктур, исследование приборов и устройств оптоэлектроники, исследование полупроводниковых диодов и транзисторов различного функционального назначения и другие. При этом большая часть времени посвящается именно статистической обработке экспериментальных данных.

Последний семестр дисциплины УИРВС (на заключительном четвертом курсе) посвящен формированию умений выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники, применять современные технологические процессы и технологическое оборудование на этапах разработки и производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники. В соответствии с индивидуальными задачами обучающиеся занимаются подготовкой технологического и измерительного оборудования, формированием наноструктур вакуумно-плазменными методами, освоением методов исследования и контроля параметров технологических процессов производства микро- и наноструктур, анализом, систематизацией и обработкой экспериментальных данных. Практическая работа реализуется на базе оборудования кафедры ФЭ в лаборатории технологии интегральных схем, лаборатории наноэлектроники и микросистемной техники, лаборатории гетероструктурной электроники и светодиодной техники.

Заключение

Можно отметить, что учебно-исследовательская работа является важным этапом подготовки высококвалифицированного специалиста и должна быть обязательно заложена в образовательные программы. При этом основной эффект от данной дисциплины заложен прежде всего не в часах, отводимых на данную дисциплину, а в формате и качестве ее проведения. Важно понимать, что при реализации данной дисциплины нужно использовать собственный потенциал и изобретательские способности каждого студента, поэтому дисциплину следует проводить не на готовых лабораторных макетах, а на самостоятельно спроектированных и изготовленных самими студентами.

Образовательный процесс кафедре ФЭ построен таким образом, что учебно-исследовательская деятельность распространена на весь период становления будущего специалиста – со второго по заключительный четвертый курс. Таким образом, каждый студент имеет возможность принять участие в научно-исследовательской работе.

При этом важно отметить, что предприятия сферы ОПК должны также активно участвовать в процессе становления студентов и привлекать их к исследовательской работе на период проведения производственных практик. Это повысит мотивацию студентов к трудоустройству на данное предприятие после окончания университета, а также позволит выстроить непрерывный процесс исследовательской работы, начиная со второго курса и до написания выпускной квалификационной работы.

Литература

1. Постановление от 14 марта 2023 года № 385. URL <http://government.ru/docs/47985/> (дата обращения: 12.11.2023).
2. Партнерство инженерных вузов и предприятий. Опыт ТУСУРа / П.Е. Троян [и др.] // Инженерное образование: электронный научный журнал. 2022. № 32. С. 84–96.
3. Битнер Л.Р., Жидик Ю.С., Троян П.Е. Организация учебно-исследовательской работы в семестре для студентов, не участвующих в групповом проектном обучении // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2022. Ч. 1. С. 365–368.
4. Селевко Г.К. Энциклопедия образовательных технологий : в 2 т. М.: Народное образование, 2005. Т. 1. 556 с.
5. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. М.: Физматлит, 2006. 816 с.

Троян Павел Ефимович

Д-р техн. наук, профессор, профессор каф. физической электроники Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
пр. Ленина, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID ID: 0000-0002-7349-0536
Тел.: +7 (913) 110-22-11
Эл. почта: tpe@tusur.ru

Сахаров Юрий Владимирович

Д-р техн. наук, доцент, профессор каф. физической электроники Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
пр. Ленина, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID ID: 0000-0002-7044-6900
Тел.: +7 (923) 408-06-76
Эл. почта: iurii.v.sakharov@tusur.ru

Чистоедова Инна Анатольевна

Канд. техн. наук, доцент каф. физической электроники Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
пр. Ленина, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID ID: 0000-0001-6039-0168
Тел.: +7 (913) 810-44-25
Эл. почта: innachist@mail.ru

Смирнов Серафим Всеволодович

Д-р техн. наук, профессор, профессор каф. физической электроники Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
пр. Ленина, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID ID: 0000-0002-7993-162X
Тел.: +7 (909) 540-86-23
Эл. почта: serafim.v.smirnov@tusur.ru

Troyan P.E., Sakharov Yu.V., Chistoedova I.A. Smirnov S.V.

Educational and Research Work as an Element of Professional Competencies Formation of Specialists for Military-Industrial Complex of the Russian Federation

The implemented at the Department of Physical Electronics of TUSUR methodology for conducting educational and research work of students in accordance with the needs of enterprises of the military and industrial complex is presented. The important role of educational and research work in the formation of professional competencies of future highly qualified engineering personnel and their abilities to start their career in the shortest possible time is shown.

Keywords: military-industrial complex, educational and research work, professional competencies, training highly qualified engineering personnel.

References

1. Postanovlenie ot 14 marta 2023 goda №385 №385 [1. Resolution No. 385 of March 14, 2023]. Available from: <http://government.ru/docs/47985/> [Access: 12 November 2023]. (In Russ.)
2. Troyan PE, et al. Partnerstvo inzhenernyh vuzov i predpriyatij. Opyt TUSUR [Partnership of engineering universities and enterprises. The experience of TUSUR]. Inzhenernoe obrazovanie: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal [Engineering education: electronic scientific journal]. 2022;(32):84-96. (In Russ.)

3. Bitner LR, Zhidik YuS, Troyan PE. Organizaciya uchebno-issledovatel'skoj raboty v semester dlya studentov ne-uchastvuyushchih v gruppovom proektnom obuchenii [Organization of educational and research work in the semester for students not participating in group project-based learning]. Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti. Materialy mezhdunarodnoj nauchnometodicheskoj konferencii [Modern education: integration of education, science, business and government. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk. TUSUR. 2022;(1):365–368. (In Russ.)

4. Selevko GK. Enciklopediya obrazovatel'ny'h tehnologij. [Encyclopedia of Educational Technologies]. Vol. 2(1). M.: Public education; 2005. (In Russ.)

5. Kobzar AI. Prikladnaya matematicheskaya statistika. [Applied mathematical statistics]. M.: Fizmatlit; 2006. (In Russ.)

Pavel E. Troyan

Doctor of Engineering Sciences, professor, Department of Physical Electronics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID ID (0000-0002-7349-0536)
Phone: +7 (913-1) 10-22-11
Email: tpe@tusur.ru

Yuriy V. Sakharov

Doctor of Engineering Sciences, professor, Department of Physical Electronics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID ID (0000-0002-7044-6900)
Phone: +7 (923-4) 08-06-76
Email: iurii.v.sakharov@tusur.ru

Inna A. Chistoedova

Candidate of Engineering Sciences, Department of Physical Electronics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID ID (0000-0001-6039-0168)
Phone: +7 (913-8) 10-44-25
Email: innachist@mail.ru

Serafim V. Smirnov

Doctor of Engineering Sciences, professor, Department of Physical Electronics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID ID (0000-0002-7993-162X)
Phone: +7 (909-5) 40-86-23
Email: serafim.v.smirnov@tusur.ru

УДК 378.147

П.Е. Троян, Ю.С. Жидик, С.В. Смирнов

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДГОТОВКИ МАГИСТРАНТОВ К ОБУЧЕНИЮ В АСПИРАНТУРЕ НА КАФЕДРЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ ТУСУРА

Описана система подготовки магистрантов для обучения на кафедре физической электроники ТУСУРа, которая позволяет повысить процент защиты кандидатских диссертаций в срок, что актуально при оценке работы по подготовке кадров высшей квалификации в аспирантуре.

Ключевые слова: магистранты, система подготовки магистрантов, аспирантура, эффективность аспирантуры.

Подготовка кадров высшей квалификации является одной из важнейших задач кафедры физической электроники (ФЭ) ТУСУРа. Ежегодный прием в аспирантуру составляет от 3 до 7 человек. Целевое назначение подготовленных специалистов – формирование резерва профессорско-преподавательского состава вуза в возрасте до 39 лет и подготовка кадров высшей квалификации для предприятий-индустриальных партнеров ТУСУРа: АО «НПФ «Микран», АО «НИИПП», АО «НПЦ «Полус». Важнейший показатель эффективности аспирантуры – процент защитивших диссертацию в срок. На кафедре ФЭ сформирована система подготовки магистрантов для успешного поступления в аспирантуру и защиты кандидатских диссертаций в срок. За последние годы подготовлены 9 кандидатов наук для АО «НПФ «Микран», четверо для АО «НИИПП», четверо для кафедры ФЭ, двое для ООО «50 Ом Тех». В настоящее время в аспирантуре для предприятий-индустриальных партнеров обучаются 3 аспиранта для АО «НПФ «Микран», 2 – для АО «НИИПП», 2 – для АО «НПЦ «Полус» и 5 – для ТУСУРа.

Повышение эффективности аспирантуры является актуальной проблемой, поэтому целью данной статьи является обобщение опыта подготовки магистрантов к обучению в аспирантуре на кафедре ФЭ.

Остановимся кратко на описании сложившейся системы подготовки магистрантов для обучения в аспирантуре.

1. Важнейшим компонентом подготовки магистрантов для обучения в аспирантуре является их участие в реализации научно-технических проектов разных уровней, выполняемых на кафедре. Выполнение обучающимися реальных научных задач способствует повышению качества их выпускных квалификационных работ, развитию инженерного мышления, а также более глубокому вовлечению в научно-исследовательскую деятельность.

За последние 5 лет на кафедре физической электроники были выполнены следующие крупные проекты с привлечением в качестве исполнителей студентов, магистров и аспирантов.

♦ Проект «Теоретические и экспериментальные исследования сверхширокополосных оптоэлектронных устройств волоконно-оптических систем передачи информации и радиофотоники на основе фотонных интегральных схем собственной разработки» (поддержан Министерством науки и высшего образования РФ в рамках Конкурсного отбора научных проектов, выполняемых научными коллективами исследовательских центров и (или) научных лабораторий образовательных организаций высшего образования, соглашение № 075-03-2020-237/1 от 05.03.2020 г., внутренний номер проекта FEWM-2020-0040). Период выполнения 2020–2023 г. Сумма работ 180,8 млн руб. В проекте за 4 года приняли участие 5 студентов бакалавриата, за время выполнения проекта продолжившие обучение в магистратуре, 37 магистрантов и 7 аспирантов, темы диссертаций которых связаны с выполнением этого проекта.

♦ Проект «Физические основы возбуждения и распространения поверхностных электромагнитных волн в структурах диэлектрик/пленка ИТО для формирования оптических сенсоров» (поддержан Российским научным фондом, соглашение № 21-72-00124 от 22.07.2021). Период выполнения 2021–2023 г. Сумма работ 3 млн руб. В числе исполнителей данного проекта было 2 магистранта. Результаты выполнения проекта легли в основу их кандидатских диссертаций.

♦ Проект «Создание отечественных электрооптических модуляторов на основе квантоворазмерного эффекта Штарка для высокоскоростных 400 Гбит/с волоконно-оптических систем передачи информации. Выбор и обоснование направления исследований» (поддержан Министерством науки и высшего образования РФ в рамках ФЦП ИР, соглашение о предоставлении субсидии № 14.577.21.0281 от 23.10.2017 г.). Период выполнения 2017–2020 г. Сумма работ 150 млн руб. Коллектив исполнителей включал в себя 19 магистрантов, четверо из которых в последующем защитили кандидатские диссертации.

♦ Проект «Физические основы формирования функциональных тонкопленочных покрытий методом ионно-плазменного распыления на поверхности гетеро-

роструктур пониженной размерности без образования в них радиационных дефектов» (поддержан РФФИ, договор № 18-32-00708 от 30.03.2018). Период выполнения 2018–2019 г. Сумма работ 1 млн руб. Исполнителями проекта были 2 аспиранта и 2 магистранта.

Участие обучающихся в больших научных проектах кафедры способствует развитию конкретных тем их научных исследований, финансирование которых в дальнейшем исполнители получают в рамках личных студенческих проектов. Так, в студенческих проектах, поддержанных Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, в период с 2018 по 2023 год (конкурсы «УМНИК» и «УМНИК – Проектная команда. Электроника») приняли участие и стали победителями 9 магистрантов.

При выполнении научных проектов исполнители из числа студентов, магистров и аспирантов, помимо ведения научно-исследовательской деятельности, учатся представлять результаты на научных конференциях и выставках, проводить профориентационные работы и мероприятия для абитуриентов вуза.

2. Работая над проектами, магистранты приобретают очень важную компетенцию по проведению обзора литературы отечественной и зарубежной периодической печати. Главная задача литературного обзора – оценить современное состояние научно-технической проблемы на основе анализа имеющейся литературы и предложить пути решения той проблемы, которая поставлена перед магистрантом как участником проекта. Рекомендуемое число источников информации – не менее 50 единиц, причем 50% – это статьи из периодической зарубежной печати. Результаты работы по проведению литобзора обычно обсуждаются на научном семинаре.

3. Важнейшим этапом подготовки магистрантов к обучению в аспирантуре является приобретение навыков оформления документов для получения патентов на изобретение и полезную модель, свидетельства на регистрацию топологии интегральных схем и регистрации программного обеспечения. Эти компетенции магистранты получают в значительной степени от сотрудников научных лабораторий, владеющих такими навыками.

4. Успешная научно-исследовательская деятельность магистрантов требует обязательного планирования экспериментальных и теоретических исследований. Начальным этапом приобретения таких навыков является изучение учебных и учебно-методических пособий по планированию экспериментов [1, 2]. Если этот этап исключить, то постановка работы и результаты будут неэффективными, и как итог – потерянное время. Планирование подразумевает постановку цели исследования и перечень задач, решение которых позволит достичь цели.

5. Проведение экспериментальных исследований и обработка результатов – также важный этап подготов-

ки магистрантов. При проведении различного рода измерений важно оценивать достоверность полученных результатов. Достоверность должна быть доказана путем сопоставления полученных результатов с известными результатами других исследователей, установлением соответствия экспериментальных результатов расчетным данным и результатам моделирования.

Существенным моментом экспериментальных исследований является статистическая обработка полученных результатов. Магистранты в обязательном порядке знакомятся с теорией статистической обработки [3, 4]. В ходе обработки и анализа экспериментальных данных первым этапом является описание статистических показателей, к которым относятся среднее (средняя арифметическая величина), минимальное и максимальное значение измерений величин, квадрат отклонений, дисперсия (генеральная и выборочная), среднее квадратичное отклонение, среднее линейное отклонение, медиана, мода, стандартная ошибка, асимметричность, эксцесс, коэффициент вариации. Совокупность указанных параметров позволяет более глубоко и всесторонне оценить полученные экспериментальные данные и сделать научно обоснованные выводы по оценке основных параметров элементов микроэлектроники и микросистемной техники.

6. Самая трудная проблема при выполнении экспериментальных исследований – обсуждение результатов. Здесь главным моментом является доказательство достижения цели исследования. При отсутствии опыта обсуждение сводится к перечислению полученных результатов, описанию некоторых интересных и неожиданных данных, но не приводится доказательства того, что полученные экспериментальные результаты и их обработка достигают цели исследования.

7. Написание и оформление научных статей по требованиям журналов также требуют значительно внимания при подготовке магистров. Вопрос поставлен так: основным результатом научной деятельности являются публикации статей и получение РИД. Исходя из этого, магистранты сначала самостоятельно пишут черновой вариант статьи. Руководитель проверяет работу и отправляет на исправление. Окончательный вариант докладывается на научном семинаре.

8. При подготовке магистрантов используется системный подход, который позволяет им более глубоко и разносторонне рассмотреть объект исследования. Системный подход предполагает четыре этапа:

- разработка технической документации на проект, в которой определены цели и задачи проекта;
- разработка схемы выполнения проекта, в которой устанавливаются роли отдельных исполнителей;
- установление каналов передачи полученных результатов как вверх-вниз, так и по горизонтали;
- разработка необходимой документации.

Таким образом, системный подход предусматривает охват всего процесса выполнения проекта и всех его исполнителей.

9. Переход топологии элементов электронной техники от субмикронных размеров к нанометровой геометрии требует разработки новых диагностических методов, а также создания новых образцов оборудования для анализа свойств и процессов в низкоразмерных системах, в наноматериалах и искусственно создаваемых наноструктурах.

В настоящее время существует множество методов диагностики, исследования физических и физико-химических параметров и характеристик твердотельных и молекулярных структур, но вместе с тем развитие новых нанотехнологий в электронике ставит и новые диагностические задачи. Методы диагностики наноструктур должны давать информацию как о структурных и геометрических свойствах нанообъектов, так и о их физических свойствах. Необходима диагностика электронных, оптических, магнитных, механических и иных свойств нанообъектов и развитие методов диагностики, учитывающих специфику изделий нанoeлектроники.

Сами методы и эксплуатация измерительного оборудования для их реализации предъявляют повышенные требования к квалификации персонала. Поэтому важную роль играет практическая подготовка магистров по направлению «Электроника и нанoeлектроника» через их участие в проводимых на кафедре инновационных проектах. Кафедра обеспечена современным контрольно-измерительным оборудованием, при работе на котором можно получить необходимые практические навыки и соответствующие компетенции. В состав оборудования входят электронные, оптические и атомно-силовые микроскопы, оптическая, рамановская и Фурье-спектроскопия, спектральная эллипсометрия, векторные анализаторы цепей и др. Хотя все оборудование имеет специальное программное обеспечение, тем не менее для корректного анализа полученных результатов необходимо иметь глубокие знания по фундаментальным наукам: физике, химии, физике конденсированного состояния и др. Работа по инновационным проектам с использованием современного оборудования стимулирует магистрантов к изучению этих дисциплин. Полученные знания и навыки, несомненно, являются необходимыми для магистрантов и при поступлении в аспирантуру по специальности 1.3.5 «Физическая электроника».

10. Развитие нанотехнологий требует разработки специальных методов контроля и исследования материалов и наноструктур, размеры и толщины которых составляют несколько нанометров. Такие структуры широко используются в микроэлектронике, нанофотонике, вычислительной технике и промышленности, оптике и оптоэлектронике, космической и бытовой промышленности, в разнообразных технических от-

раслах. Разработанные технологии получения сверхтонких структур имеют ряд недостатков: их качество зависит от выбранного метода и способа создания; недостаточная воспроизводимость результатов во всех существующих технологиях и нестабильность свойств структур во времени, что обусловлено особенностями фазовых и структурных состояний вещества в тонких слоях.

Еще больше проблем возникает при контроле электрофизических характеристик наноструктур. Плотность, удельное сопротивление, оптические свойства, фазовый состав наноструктур и массивных материалов различаются, поэтому измеренная каким-либо методом физическая величина будет эффективной, отличающейся от значения «истинной» величины. Это выдвигает на первый план задачу мобильного и точного измерения параметров наноразмерных структур. При этом методы исследования должны относиться к методам оперативного и неразрушающего контроля, данные которого могут быть получены в цифровом виде для быстрой обработки.

Существующая система подготовка магистрантов на кафедре ФЭ ТУСУРа является достаточно эффективной и позволяет достичь уровня защит диссертаций в срок не менее 35%. Изложенные подходы могут быть полезны для кафедр, осуществляющих подготовку кадров высшей квалификации в аспирантуре.

Литература

1. Прокофьев Г.Ф., Микловцик Н.Ю. Основы прикладных научных исследований при создании новой техники: моногр. Архангельск : САФУ, 2014. 171 с.
2. Мифтахутдинова Ф.Р. Планирование и организация эксперимента: учеб. пособие. Казань: КНИТУ-КАИ, 2020. 256 с.
3. Мухачёв В.А. Планирование и обработка результатов эксперимента: учеб. пособие. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. 116 с.
4. Казаков Ю.В. Системный подход к научно-исследовательской работе: учеб. пособие. Тольятти: ТГУ, 2010. 68 с.

Троян Павел Ефимович

Д-р техн. наук, профессор, зав. каф. физической электроники (ФЭ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID ID: 0000-0002-7349-0536
Тел.: +7 (3822) 41-39-36
Эл. почта: tpe@tusur.ru

Жидик Юрий Сергеевич

Канд. техн. наук, доцент каф. физической электроники (ФЭ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID ID: 0000-0001-7803-2086
Тел.: +7 (3822) 41-48-61
Эл. почта: zhidikyur@mail.ru

Смирнов Серафим Всеволодович

Д-р техн. наук, профессор, профессор каф. физической электроники (ФЭ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050

ORCID ID: 0000-0002-7993-162X

Тел.: +7 (3822) 41-48-61

Эл. почта: serafim.v.smirnov@tusur.ru

Troyan P.E., Zhidik Yu.S., Smirnov S.V.

Organizational and Methodological Support for Preparing Master Students for Postgraduate Studies at the Department of Physical Electronics of TUSUR

The system of training Master students that allows to increase the percentage of getting PhD degree on time developed at the Department of Physical Electronics of TUSUR is described. It is relevant when evaluating the work on training highly qualified personnel in postgraduate studies.

Keywords: master students, master students training system, postgraduate studies, effectiveness of postgraduate studies.

References

1. Prokofiev GF, Miklovtsik NYu. Osnovy prikladnykh nauchnykh issledovaniy pri sozdanii novoy tekhniki. [Fundamentals of applied scientific research in the creation of new technology]. Arkhangelsk: NArFU;2014. (In Russ.)

2. Miftakhutdinova FR. Planirovaniye i organizatsiya eksperimenta. [Planning and organization of experiment]. Kazan: KNITU-KAI; 2020. (In Russ.)

3. Mukhachev VA. Planirovaniye i obrabotka rezul'tatov eksperimenta. [Planning and processing of experimental results]. Tomsk: TUSUR;2012. (In Russ.)

4. Kazakov YuV. Sistemnyy podkhod k nauchno-issledovatel'skoy rabote. [Systematic approach to research work]. Togliatti: TSU;2010. (In Russ.)

Pavel E. Troyan

Doctor of Engineering Sciences, professor, Department of Physical Electronics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

ORCID (0000-0002-7349-0536)

Phone: +7 (382-2) 41-39-36

Email: tpe@tusur.ru

Yuri S. Zhidik

Candidate of Engineering Sciences, Department of Physical Electronics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

ORCID (0000-0001-7803-2086)

Phone: +7 (382-2) 41-48-61

Email: zhidikyur@mail.ru

Serafim V. Smirnov

Doctor of Engineering Sciences, professor, Department of Physical Electronics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

ORCID (0000-0002-7993-162X)

Phone: +7 (382-2) 41-48-61

Email: serafim.v.smirnov@tusur.ru

УДК 378.147

А.В. Фатеев, И.Ю. Кузьменко, В.Г. Романова, Б. Нурхан

ПРОФОРИЕНТАЦИЯ СТУДЕНТОВ И ШКОЛЬНИКОВ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛЬЮ «РАДИОХАКАТОН»

Представлены результаты разработки и проведения профориентационного мероприятия «Радиохакатон» сотрудниками кафедры радиоэлектроники и систем связи для обучающихся школ и вузов.

Ключевые слова: профориентация, хакатон, прием сигнала, шифрование, программно-определяемое радио.

Введение

В 2023 году при проведении мероприятий по привлечению студентов томских вузов к поступлению в Передовую инженерную школу «Электронное приборостроение и системы связи» им. А.В. Кобзева сотрудниками кафедры радиоэлектроники и систем связи (РСС) радиотехнического факультета была разработана новая практико-ориентированная модель инженерного образования.

При проработке модели основной целью стало вовлечение студентов бакалавриата и специалитета в решение поставленной задачи, приближенной к практической работе радиоинженера.

С методической стороны стояла задача создать такой подход, чтобы не только вовлечь студентов в мероприятие, но и удержать их внимание на протяжении всего времени его проведения. Со стороны образовательного процесса необходимо было преподнести материал так, чтобы студент с минимальными знаниями в данной области мог без особых проблем решить задачу. В совокупности была разработана модель мероприятий с общим названием «Хакатон».

Хакатон – соревновательное мероприятие, где специалисты из разных областей работают над решением какой-либо проблемы [1]. При этом, ориентируясь на специфику задания, мероприятия было названо «Радиохакатон».

Ниже изложена методика и результаты проведения Радиохакатона.

1. Как проводить? Методический подход

В общем случае методика проведения сводится к постановке проблемной задачи перед участниками и в соревновательном порядке данная задача ими решается.

Радиохакатон, кроме соревновательного задания, содержит в себе блок теоретического материала для подготовки участников.

Программа Радиохакатона рассчитана примерно на 5 ч в течение одного дня. Возможны следующие форматы проведения: занятия по лабораторным работам, профориентационное мероприятие.

Этапы проведения Радиохакатона

На первом этапе участники Радиохакатона разделились на группы и определили свои рабочие места. К подготовке участников не было определенных требо-

ваний, все необходимые знания были даны до выполнения задания.

Второй этап – ознакомление с теоретическим материалом. Преподаватель-практик провёл интерактивную лекцию с участниками (рис. 1).



Рис. 1. Лекция по Радиохакатону

В итоге участники укрепили существующие или получили новые знания по следующим разделам:

1. Виды и параметры радиотехнических сигналов.
2. Приемники радиотехнических сигналов. Типы структурных схем: приемник прямого преобразования и супергетеродинный приемник с преобразованием частоты.
3. Назначение и способы фильтрации сигналов.
4. Цифровые фильтры для выделения требуемого частотного диапазона.
5. Цифровая обработка сигналов. Способы восстановления огибающей сигнала.
6. Виды и способы кодирования сигнала.
7. Декодирование сигнала с помощью операции XOR (исключающее ИЛИ).

Теория сопровождалась примерами и закреплялась вопросами по изученным разделам.

Также преподавателем были озвучены принципы работы в программах для использования лабораторного оборудования.

Третий (немаловажный) этап – перерыв на отдых и обсуждение. В процессе участники уточняли возникшие вопросы у преподавателя, беседовали с коллегами на темы теоретического материала, делились опытом в области радиотехники.

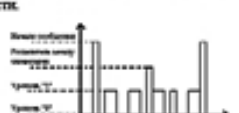
После перерыва, на четвертом этапе, проводилась постановка задания. Были представлены требования к выполнению работы, даны пояснения по форме проведения соревнования. Выигрывает команда, которая быстрее всех верно расшифровала сообщение. В помощь всем участникам выдавались памятки с кратким содержанием задания (рис. 2).

**РАДИО-
ХАКАТОН**

ПРИЁМНИК № 1
КЛЮЧ: АА

Конкурсное задание

1. Прямите сигнал в волновое частоту 1 ГГц +/- 0,5 МГц.
2. Определите частоту, на которой находится наш сигнал с зашифрованными сообщениями. Настройте приёмник на данную частоту.
3. Для расшифровки сообщения необходимо изучить форму сигнала во временной области.



4. Расшифруйте сообщение. Каждой принятой из эфира байт дешифруется с помощью операции XOR (исключающее ИЛИ).
Пример: ключ: АА (1010 1010)
сигнал из эфира: 1001 1011
дешифрованный код: 0011 0001 = 31

А	В	А ⊕ В
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

По таблице символов код 31 соответствует символу «1».

5. Из расшифрованных символов составьте окрестное слово.

ТУСУР
TUSUR UNIVERSITY

Рис. 2. Памятка к заданию на Радиохакатоне

На заключительном этапе участники выполняли задание (рис. 3). По итогу декодирования зашифрованного слова сообщали об этом преподавателю.



Рис. 3. Процесс работы над заданием

2. Практическое задание Радиохакатона

Основная цель проведения мероприятия – ознакомление студентов с современной технологией программно-определяемого радио (Software defined radio – SDR) [2].

В ходе выполнения тестового задания SDR-система передавала в эфир десять сообщений, разнесённых по частоте. Каждое сообщение содержало слово из пяти латинских букв (например, radio, tuner, music). Буквы представлялись в формате ASCII, следовательно, информативная составляющая сообщения содержала 40 бит информации. Битовая скорость – 1 kbit в секунду, модуляция – амплитудная. Помимо этого, каждая буква передаваемого сообщения шифровалась посредством математической операции «исключающее ИЛИ» с ключом, который был привязан к частотному диапазону. Таким образом, применение ключа из другого частотного диапазона не позволяло корректно восстановить передаваемое сообщение. Сигнал с данными транслировался в эфир непрерывно, поэтому для идентификации начала сообщения и каждого ASCII-символа в сообщении добавлена служебная информация. На рис. 4 представлена осциллограмма принятого сигнала.

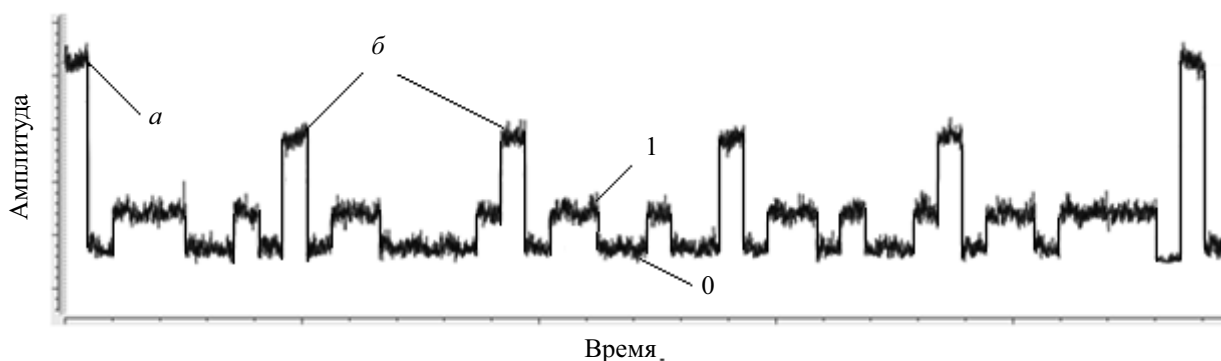


Рис. 4. Временная диаграмма зашифрованного сигнала:
а – маркер начала сообщения; б – маркер начала ASCII-символа

Порядок выполнения задания

1. В программном обеспечении «GNU Radio» [3] собрать схему приемника.

2. С помощью SDR-приемника принять сигнал в заданном частотном диапазоне. Определить частоту, на которой находится зашифрованное сообщение.

3. По временной диаграмме получить код сообщения в двоичной системе исчисления.

4. С помощью функции «исключающее ИЛИ» расшифровать принятое сообщение.

5. По таблице ASCII сопоставить код с символами и получить секретное слово.

Задание считается успешно выполненным, если участники правильно настроили приемник и расшифровали сообщение.

В ходе выполнения задания студенты познакомились:

1) с современной программно-определяемой радиосистемой;

2) открытым программным обеспечением «Gnu Radio», позволяющим конфигурировать программно-определяемую радиосистему;

3) технологиями частотного (FDMA) и временного (TDMA) разделения ресурсов;

4) кодированием и декодированием сообщений;

5) стандартом кодирования знаков алфавита ASCII.

3. Профориентация школьников

Проработан подход к профориентации школьников на основе Радиохакатона.

При профориентировании школьников необходимо было учесть, что здесь подготовка отсутствует или минимальна, а длительность хакатона усложняет удержание внимания участников.

Для решения проблемы с удержанием внимания теоретический материал преподавателем должен выдаваться порциями с переключением внимания на вопросы от участников и небольшие интерактивные взаимодействия преподавателя и школьников.

Сам теоретический материал не должен быть перегружен технической терминологией и выдан в объеме не больше, чем необходимо для понимания и выполнения практического задания.

В ноябре 2023 года было проведено первое профориентационное мероприятие с моделью Радиохакатона.

Преподаватель, проводивший профориентационное мероприятие, дал минимальную теорию по предстоящей работе:

1) общие понятия о приемниках и передатчиках;

2) кодирование и декодирование двоичного сигнала с помощью операции XOR (исключающее ИЛИ).

Также преподаватель познакомил школьников с инженерными программами и помог собрать схему приемника для выполнения задания. Выполнение задания в дальнейшем не отличалось от порядка у студентов бакалавриата и специалитета.

Школьникам удалось успешно справиться с задачей и расшифровать сообщение. Профориентационное мероприятие – проведение Радиохакатона – для школьников составило 2 часа.

Заключение

В ходе проведения Радиохакатона предложена практико-ориентированная модель для обучения инже-

неров, а также для профориентационных мероприятий в школе.

По итогам проведения Радиохакатона для студентов ТУСУРа можно сделать следующие выводы: время, отведенное на выполнение задания, может варьироваться от начальной подготовки участников; команды должны быть сформированы с одинаковым уровнем подготовки для равных шансов в соревновании. На мероприятии были команды с разным уровнем подготовки: 2 из 5 команд были в отстающих. Когда три команды уже закончили выполнение задания, у двух оставшихся значительно уменьшился стимул к его выполнению.

Данная модель может применяться как на студенческих мероприятиях, так и в процессе обучения на лабораторных работах связанного профиля.

По итогам профориентационного мероприятия для обучающихся школ можно сделать следующие выводы: школьники активно участвуют в задании, если перед ними поставлена конкретная задача и объяснены пути её решения; в задание можно добавить обратную задачу: школьники, поделившись на команды, самостоятельно кодируют слово и передают в эфир, а после декодируют. В результате выполнения работы школьниками составлена презентация по работе над Радиохакатоном, проведены защита и награждение активных участников. Обратная связь от школьников была весьма положительной, всем понравилось задание и формат проведения, большинство старшеклассников изъявили желание поступать в ТУСУР после окончания школы.

Литература

1. Что такое ХАКАТОН? // КПФУ: сайт Казанского при-волжского федерального университета. URL: <https://kpfu.ru/ucsf/chto-takoe-hakaton-415316.html> (дата обращения: 10.11.2023).

2. Фокин Г.А. Основы программно-конфигурируемого радио: учеб.-метод. пособие. СПб.: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2022. 179 с.

3. GNU Radio. URL: <https://www.gnuradio.org/> (дата обращения: 15.11.2023).

Фатеев Алексей Викторович

Канд. техн. наук, доцент, зав. каф. радиоэлектроники и систем связи (РСС) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050

ORCID: 0000-0003-4068-3590

Тел: +7(906) 199-98-88

Эл. почта: fateev@tusur.ru

Кузьменко Иван Юрьевич

Канд. техн. наук, доцент каф. радиоэлектроники и систем связи (РСС) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050

Тел: +7(952) 181-07-07

Эл. почта: ivan.i.kuzmenko@tusur.ru

Романова Варвара Геннадьевна

Ассистент каф. радиоэлектроники и систем связи (РСС) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050

ORCID: 0000-0002-6862-4675

Тел: +7(961) 096-44-33

Эл. почта: varvara.g.romanova@tusur.ru

Нурхан Бахтияр

Инженер научно-исследовательской лаборатории «Фундаментальные исследования по электромагнитной совместимости» (НИЛ «ФИЭМС») Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050

Тел: +7(996) 938-53-28

Эл. почта: bakhtiar.nurkhan@tusur.ru

Fateev A.V., Kuzmenko I.Yu., Romanova V.G., Nurkhan B.

Career Guidance for Students and Schoolchildren with the Use of Practice-Oriented Model ‘Radio Hakaton’

The results of developing and conducting career-oriented ‘Radio Hackathon’ event for students and schoolchildren organized by the employees of the Department of Radio Electronics and Communication Systems are presented.

Keywords: career guidance, hackathon, signal reception, encryption, software-defined radio.

References

1. Chto takoe HAKATON? [What is a HACKATON?]. KPФU: sajt Kazanskogo privolzhskogo federal'nogo universiteta [KPФU: website of the Kazan Volga Federal University]. Available from: <https://kpfu.ru/ucsf/chto-takoe-hakaton-415316.html> [Accessed: 10 November 2023]. (In Russ.)

2. Fokin GA. Osnovy programmno-konfiguriruемого radio [Fundamentals of software-configurable radio]. St. Petersburg: SPбSUT im. M.A. Bonch-Bruevich;2022. (In Russ.)

3. GNU Radio. Available form: <https://www.gnuradio.org/> [Accessed: 10 November 2023].

Alexey V. Fateev

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department, Department of Radioelectronics and Communication Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

ORCID (0000-0003-4068-3590)

Phone: +7 (906-1) 99-98-88

Email: fateev@tusur.ru

Ivan Yu. Kuzmenko

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Department of Radioelectronics and Communication Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

Phone: +7 (952-1) 81-07-07

Email: ivan.i.kuzmenko@tusur.ru

Varvara G. Romanova

Assistant, Department of Radioelectronics and Communication Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

ORCID (0000-0002-6862-4675)

Phone: +7 (961-0) 96-44-33

Email: varvara.g.romanova@tusur.ru

Nurkhan Bakhtiyar

Engineer, research laboratory ‘Fundamental Research on Electromagnetic Compatibility’, Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics (TUSUR)

40, Lenina prosp., Tomsk, Russia, 634050

Phone +7 (996-9) 938-53-28

Email: bakhtiar.nurkhan@tusur.ru

УДК 005.33

С.Е. Манелюк, А.К. Москалев, О.А. Григорьева

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА СПЕЦОДЕЖДЫ В РАМКАХ СТУДЕНЧЕСКОГО СТАРТАПА

В рамках первой очереди программы «Студенческий стартап» от Фонда содействия инноваций разработан программно-аппаратный комплекс спецодежды, направленный на решение проблемы качественной и своевременной диспетчеризации. При реализации проекта создано новое предприятие, на нем разработано программное обеспечение для комплекса и диспетчерского центра, а также форм-фактор изделия. Получен опытный образец прибора, на котором протестирована работоспособность системы взаимосвязи комплекса и диспетчерского центра. На примере студенческого стартапа показана взаимосвязь университета и Фонда при реализации практико-ориентированной модели инженерного образования.

Ключевые слова: практико-ориентированное обучение, студенческий стартап, программно-аппаратный комплекс.

Студенческие стартапы [1] являются важной составляющей практико-ориентированной модели инженерного образования. Они представляют собой уникальную возможность для студентов реализовать инновационные идеи, применить полученные знания и навыки на практике, а также изучить основы предпринимательства. В университетской среде создание студенческих стартапов стимулируется путем специальных программ, инкубаторов и технопарков, направленных на развитие предпринимательских навыков у студентов и помощь им в превращении идей в успешные бизнес-проекты.

Вузы участвуют в процессах интеграции или перехода стартапов в наукоемкий бизнес, предоставляя студентам доступ к необходимым ресурсам и инфраструктуре, таким как лаборатории, технические средства, консультации экспертов и научных руководителей. Кроме того, университеты могут выступать в качестве партнеров и инвесторов, предоставляя ресурсную поддержку для развития стартапов. Взаимодействие студенческих стартапов с наукоемким бизнесом способствует развитию инновационного потенциала вузов и созданию тесной связи между образовательными учреждениями и предприятиями. Это позволяет студентам знакомиться с реальными проблемами и вызовами рынка, с которыми сталкиваются научные компании, находить практические решения для их реализации, а также улучшать макроэкономику путем коммерциализации инновационных технологий.

Создание студенческих стартапов как вид механизмов коммерциализации вузовских исследований и технологий в первую очередь должно быть направлено на достижение лучшего практико-ориентированного обучения. Фондом содействия инноваций (ФСИ) [2] в 2022 году был открыт грантовый конкурс «Студенческий стартап» [3]. Программа ориентирована на выполнение работ студентами по разработке новых товаров, изделий, технологий или услуг с использованием

результатов собственных научно-технических и технологических исследований, имеющих потенциал коммерциализации и находящихся на самой ранней стадии развития. Одно из направлений программы (Н4) направлено на разработки в области новых приборов и интеллектуальных производственных технологий.

В одну из задач данного направления входит модернизация инфраструктуры и переоборудование промышленных предприятия для обеспечения их устойчивости за счет повышения эффективности использования ресурсов и более широкого применения чистых и экологически безопасных технологий и современных промышленных процессов, что в свою очередь отражено в задачах Перечня приоритетных направлений развития и Перечня критических технологий Российской Федерации [4]. В этом контексте в перечнях определены направления развития образования, здравоохранения, культуры, социальной защиты и поддержки трудовой занятости.

В рамках технологий предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера необходимо выделить постановление Правительства Российской Федерации [6], согласно которому производства фокусируются на улучшение качества рабочего процесса, в рамки которого входит контроль за физическими показателями носителя и условиями внешней среды.

Диспетчеризация опасного производства

По результатам завершившегося 2022 года Федеральная служба по труду и занятости отчиталась о 4639 несчастных случаях на производстве, имеющих тяжелые последствия для пострадавших. 991 случай из этих происшествий закончился смертельным исходом [5].

В качестве предмета, решающего проблему диспетчеризации на опасном производстве, был выбран программно-аппаратный комплекс (ПАК) спецодежды мониторинга физических параметров носителя и усло-

вий внешней среды. ПАК выполнен в виде отдельных модулей, содержащих датчики измерения, и токопроводящего текстильного опорного основания, нашиваемого на куртку спецодежды. ПАК способен измерять температуру тела носителя, температуру и влажность воздуха, его местонахождение, пространственное ориентирование (стоит пользователь или лежит), ускорение движения (определение падений или ударов), определять уровень вредных газов в воздухе, отправлять сигнал SOS в диспетчерский центр, архивировать данные на MicroCD-карту, производить звуковое оповещение, обмениваться массивами данных между диспетчерскими центрами. Виды измеряемых параметров можно менять в зависимости от видов отдельных модулей, имеющих универсальный интерфейс крепления на опорное основание. Таким образом, функционал комплекса можно кастомизировать и адаптировать в зависимости от вида и типа деятельности рабочих.

Комплекс выполнен в виде децентрализованной системы расположения отдельных модулей-датчиков (рис. 1). Такое решение обусловлено следующими факторами: децентрализованная система помогает распределить вес комплекса равномерно по торсу и рукам носителя; в случае выхода из строя отдельного модуля, отвечающего за выполнение измерения отдельного показателя, для восстановления полного функционала необходимо будет заменить только вышедший из строя модуль, а не весь комплекс. Также данное решение позволяет измерять некоторые показатели более точно. Так, пространственное позиционирование человека (стоит носитель или лежит) будет точным при условии нахождения акселерометра на торсе пользователя, измерения температуры тела носителя удобнее производить на плече пользователя.

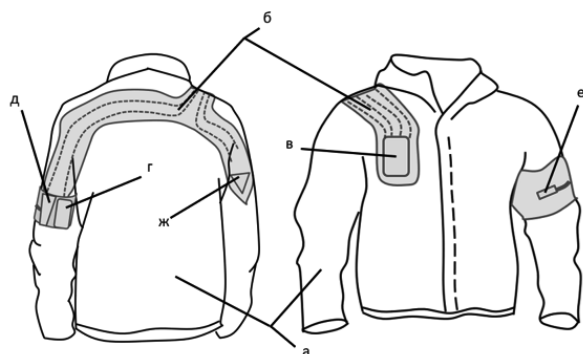


Рис. 1. Дистанционная зависимость дополнительного множителя ослабления среднего поля: *а* – спецодежда; *б* – опорное основание; *в* – управляющий модуль; *г* – модуль аккумулятора; *д* – модуль измерения температуры тела; *е* – гильза с датчиком измерения температуры тела; *ж* – модуль измерения температуры воздуха и уровня вредных газов

Для удобства использования программно-аппаратного комплекса опорное основание выполнено в виде

отдельно пришиваемой части, которая может быть легко заменена в случае износа или повреждения. Она также имеет специальные отверстия и крепления для установки различных устройств и датчиков, что позволяет гибко настраивать комплекс для нужд конкретной задачи. Опорное основание выполнено из качественных материалов, обеспечивающих его прочность и стабильность в работе. Состав данного опорного основания изображён на рис. 2.

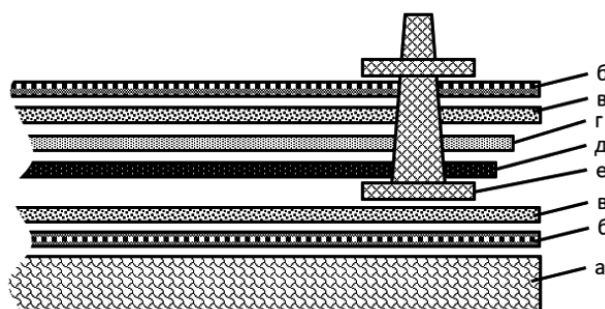


Рис. 2. Состав опорного основания:
а – слой спецодежды; *б* – верхние тканевые слои опорного основания; *в* – водонепроницаемая ткань; *г* – опорный нетокопроводящий слой ткани; *д* – токопроводящие дорожки ткани; *е* – заклепка типа «папа»

Комплекс способен выявлять отклонения измеряемых им параметров и в случае регистрации отклонений, способных повлечь за собой вред здоровью пользователя или ухудшения качества выпускаемой продукции, комплекс автоматически уведомляет об этом носителя и диспетчера, что в свою очередь помогает принимать оперативные действия для минимизации последствий. В совокупности с диспетчерским программным обеспечением комплекс способен прогнозировать отклонения до их реальной регистрации, тем самым предотвращая производственные нарушения и чрезвычайные ситуации.

Взаимосвязь ПАК с качеством и безопасностью производства

Разрабатываемые методы и модели диспетчеризации, использующие в основе регистрацию параметров с помощью ПАК спецодежды, улучшают качество и своевременность выявления нарушений производственных процессов и, как следствие, помогают следить за качеством технологии изготовления, качеством выпускаемой продукции или услуги, соблюдением необходимых производственных требований, безопасностью рабочих условий, а также позволяют выявлять эффективность отдельного работника или целого сектора.

Мониторинг параметров носителя и условий внешней среды играет важную роль в обеспечении качества на производстве. Внешняя среда, в которой происходит производственный процесс, может оказывать значительное влияние на условия работы или функ-

ционирование оборудования. Например, мониторинг температуры внутри производственного помещения может помочь в регулировании климатических условий, что в свою очередь предотвращает повреждение чувствительных к температуре компонентов и материалов. Соблюдение оптимальных физических условий внешней среды также имеет прямое влияние на качество произведенных товаров или услуг. Если внешняя среда неконтролируема или не соответствует требованиям, это может привести к дефектам или снижению качества продукции.

Локальный метод измерения физических параметров носителя и условий внешней среды напрямую описывает деятельность работника. Постоянный мониторинг, не требующий вмешательства со стороны носителя, в сравнении с другими методами диспетчеризации дает более широкий и качественный спектр информации, описывающей состояние работника или выполняемого им процесса.

Работа, выполненная в рамках реализации студенческого стартапа

В 2022 году проект по разработке ПАК спецодежды мониторинга физических параметров носителя и условий внешней среды был поддержан ФСИ по программе «Студенческий стартап». В рамках программы были созданы: юридическое лицо (ООО «Техническая Одежда»); программный код по взаимодействию модулей и микроконтроллеров; разработан форм-фактор изделия (система крепления, габариты и расположение модулей, при котором они не будут причинять дискомфорт носителю); конструкция системы измерения физиологических показателей носителя, создана конструкция крепления с обеспечением электробезопасности продукта и работоспособности при намагничивании; разработано диспетчерское программное обеспечение, швейный этап создания опытного образца на основании НИР, собран опытный образец программно-аппаратного комплекса; протестирована работоспособность системы взаимосвязи ПАК и диспетчерского центра, а также разработан сайт проекта.

При реализации проекта был найден индустриальный партнер в лице производственной компании ООО «СибОК». Совместными усилиями разработан этап производства токопроводящего опорного основания комплекса и этап модернизации спецодежды под систему ПАК. Компания ООО «ТЕХОД» на данный момент является резидентом Красноярского регионального инновационно-технологического бизнес-инкубатора (региональный оператор Сколково) [6] и Стартап-студии СФУ. Дальнейшее улучшение продукта и развитие студенческого стартапа планируется за счет грантов от ФСИ (например, по программе «Старт-1») или мини-грантов от Сколково.

Так как проект имеет научную новизну, опытный образец, потенциал масштабирования и продвижения, в 2023 году проект был представлен экспертной комис-

сии в рамках защиты по программе «Стартап как диплом» [7] – часть федеральной программы «Цифровая экономика», которая направлена на развитие бизнеса и подготовку кадров.

Реализация проекта в рамках студенческого стартапа позволила развить предпринимательское и проектное мышление, а также получить навыки анализа и описания процесса и результатов бизнес-проектирования, сформировать целостное представление о бизнес-процессах, развить критическое и системное мышление, коммуникативные компетенции, включая:

- знания о современных технологиях реализации стартап-проектов, методах выбора и принятия управленческих решений, практические навыки ведения проектной документации, управления процессом разработки и реализации инновационной продукции в профессиональной сфере;
- опыт формирования, управления и развития командой стартап-проекта, навыки работы в команде, организации и управления совместной деятельностью;
- навыки использования современных цифровых технологий и инструментов в профессиональной деятельности;
- знания о современных технологиях и методах разработки и продвижения бренда, практические навыки разработки бренда собственного стартап-проекта;
- навыки планирования и управления временем, в том числе с использованием современных цифровых инструментов;
- навыки создания команды стартап-проекта, организации ее деятельности, обеспечение ее конкурентоспособности, повышения производительности, применения технологий коучинга/наставничества.

Заключение

В результате выполненной работы был создан программно-аппаратный комплекс, предназначенный для мониторинга физических параметров носителя и условий внешней среды. Стартап предлагает инновационное решение в области оценки и контроля параметров, которые могут оказывать влияние на качество и надежность работы устройств и систем.

Основной результат работы включает в себя создание специализированного аппаратного устройства, обеспечивающего сбор, анализ и обработку данных, влияющих на качество выпускаемой продукции/услуги и безопасность рабочего процесса.

Дальнейшее успешное развитие стартап-ориентированного проекта зависит не только от научно-технических знаний и качественного устройства, но и эффективного предпринимательского плана, коммерческой стратегии и маркетинговых исследований. В отличие от исследовательского проекта в академической среде, студенческий стартап требует акцента на возможность успешного внедрения и монетизации разработанного продукта.

Литература

1. Сухоруков А.В. Определение «Стартап» в правовом регулировании инновационной предпринимательской деятельности в Российской Федерации // Образование и право. 2022. № 8. С. 241–244.

2. Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере. URL: <https://fasie.ru> (дата обращения: 17.10.2023).

3. Студенческий стартап // Фонд содействия инновациям. URL: <https://fasie.ru/studstartup/> (дата обращения: 17.10.2023).

4. Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации : утв. Указом Президента РФ от 07.07.2011 № 899. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/33514> (дата обращения: 20.10.2023).

5. Статистика производственного травматизма в России в 2022 году. URL: <https://www.centrattek.ru/info/travmatizm-2022/> (дата обращения: 20.10.2023).

6. Красноярский региональный инновационно-технологический бизнес-инкубатор // URL: <https://www.kritbi.ru/> (дата обращения: 22.10.2023).

7. Стартап как диплом // Официальный Интернет-портал Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. URL: https://www.minobrnauki.gov.ru/press-center/news/?ELEMENT_ID=25900 (дата обращения: 23.10.2023).

Москалев Александр Константинович

Канд. физ.-мат. наук, доцент, проф. кафедры экспериментальной физики и инновационных технологий Сибирского федерального университета

ул. Академика Киренского, д. 28, г. Красноярск, Россия, 660074

Тел.: +7 (391) 291-22-59

Эл. почта: amoskalev@sfu-kras.ru

Манелюк Сергей Егорович

Аспирант каф. стандартизации, метрологии и управления качеством Сибирского федерального университета

ул. Академика Киренского, д. 28, г. Красноярск, Россия, 660074

Тел.: +7 (923) 295-93-99

Эл. почта: smanelyuk99@mail.ru

Григорьева Ольга Анатольевна

Канд. техн. наук, зав. каф. стандартизации, метрологии и управления качеством Сибирского федерального университета

пр. Свободный, 79, стр. 5, г. Красноярск, Россия, 660041

Тел.: +7 (391) 291-28-31

Эл. почта: OGrigorieva@sfu-kras.ru

Manelyuk S.E., Moskalev A.K., Grigorieva O.A.

Creation of a Hardware and Software Complex of Workwear as a Student Startup

The hardware and software complex of workwear aimed at solving the problem of high-quality and time-based dispatching as a part of the first stage of the 'Student Startup' program from the Innovation Promotion Fund has been developed. During the

implementation of the project, a new enterprise in which the software for the complex and dispatch center and the product form factor are developed, has been created. A prototype of the device on which the operability of the interconnection system of the complex and the dispatch center was tested, has been made. On the example of the student startup, the relationship between the university and the Fund in implementation of a practice-oriented model of engineering education is shown.

Keywords: practice-oriented training, student startup, hardware and software complex.

References

1. Sukhorukov AV. Opredelenie «Startup» v pravom regulirovanii innovacionnoj predprinimatel'skoj deyatelnosti v Rossijskoj Federacii [Definition of "Startup" in the legal regulation of innovative entrepreneurial activity in the Russian Federation]. *Obrazovanie i pravo* [Education and law]. 2022;(8):241-244. (In Russ.)

2. Fond sodejstviya razvitiyu malyh form predpriyatij v nauchno-tekhnicheskoj sfere [Fund for Assistance to the Development of Small Forms of Enterprises in the Scientific and Technical Sphere]. Available from: <https://fasie.ru> [Accessed: 17 October 2023]. (In Russ.)

3. Studencheskij startup [Student startup]. Fond sodejstviya innovacijam [Innovation Assistance Fund]. Available from: <https://fasie.ru/studstartup> [Accessed: 17 October 2023]. (In Russ.)

4. Ob utverzhenii prioritetnyh napravlenij razvitiya nauki, tehnologij i tekhniki v Rossijskoj Federacii i perechnya kriticheskikh tehnologij Rossijskoj Federacii: utv. Ukazom Prezidenta RF ot 07.07.2011 № 899 [On approval of priority areas of development of science, technology and technology in the Russian Federation and the list of critical technologies of the Russian Federation: Approved by Decree of the President of the Russian Federation dated 07.07.2011 No. 899]. Available from: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/33514> [Accessed: 20 October 2023]. (In Russ.)

5. Statistika proizvodstvennogo travmatizma v Rossii v 2022 godu [Statistics of occupational injuries in Russia in 2022]. Available from: <https://www.centrattek.ru/info/travmatizm-2022/> [Accessed: 20 October 2023]. (In Russ.)

6. Krasnojarskij regional'nyj innovacionno-tehnologicheskij biznes-inkubator [Krasnoyarsk Regional Innovation and Technology Business Incubator]. Available from: <https://www.kritbi.ru/> [Accessed: 20 October 2023]. (In Russ.)

7. Startap kak diplom [Startup as a diploma]. Oficial'nyj Internet-portal Ministerstva nauki i vysshego obrazovaniya Rossijskoj Federacii [Official Internet portal of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation]. Available from: https://www.minobr-nauki.gov.ru/press-center/news/?ELEMENT_ID=25900 [Accessed: 21 October 2023]. (In Russ.)

Alexander K. Moskalev

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of Experimental Physics and Innovative Technologies, Siberian Federal University

28, Akademika Kirenskogo st., Krasnoyarsk, Russia, 660074

Phone: +7 (391-2) 91-22-59

Email: amoskalev@sfu-kras.ru

Sergey E. Manelyuk

PhD student, Department of Standardization, Metrology and Quality Management, Siberian Federal University,
28, Akademika Kirenskogo st., Krasnoyarsk, Russia, 660074
Phone: +7 (923-2) 95-93-99
Email: smanelyuk99@mail.ru

Olga A. Grigorieva

Candidate of Technical Sciences, Head of the Department, Department of Standardization, Metrology and Quality Management, Siberian Federal University
5 (79), Svobodny prosp., Krasnoyarsk, Russia, 660041
Phone: +7 (391-2) 91-28-31
Email: OGrigorieva@sfu-kras.ru

Содержание

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Шелупанов А.А., Давыдова Е.М., Конев А.А. Анализ промежуточных результатов внедрения модульной системы в учебный процесс факультета безопасности.....	3
Халецкая И.Н., Чепезубов М.Г. Технологическое предпринимательство – как механизм построения технологического суверенитета	8
Кориков А.М. Фундаментальная и прикладная подготовка специалистов – базис кадрового обеспечения технологического суверенитета России	12

СЕКЦИЯ 1. ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ: ТЕНДЕНЦИИ, ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ

Кутуков Н.Ю., Важаев А.Н., Мицель А.А. RPA-система для поддержки принятия решений преподавателем в образовательном учреждении	19
Юань В.Л. Перспективы совершенствования балльно-рейтинговой образовательной системы в решении организационных вопросов при изучении общетеоретических правовых дисциплин	23
Бабышев В.Ю. Роль образования в использовании человеческого капитала на современном рынке труда	28
Аникин А.С., Захаров Ф.Н. Основные направления подготовки студентов-радиотехников, связанные с развитием интеллектуальных систем и нейросетевых технологий в радиоэлектронике	31
Кручинин В.В., Перминова М.Ю., Городович А.В., Нариманова Г.Н. Концепция совершенствования образовательного процесса по дисциплине «Информатика» в ТУСУРе	36
Малаховская Е.К., Сидоров А.А. Вектор развития университета через трансформацию контента основной образовательной программы в программы дополнительного профессионального образования (на примере кейса ТУСУРа)	44
Бабанская О.М., Ковшов А.В., Соколова М. Об опыте ТУСУРа в подготовке кадров для системы дополнительного профессионального образования	48
Кривин Н.Н., Концевая А.П. Разработка курсов повышения квалификации на основе результатов магистерской диссертации как способ формирования педагогической компетенции магистров и развития дополнительного профессионального образования	51
Выскребец В.Э., Яковишина Д.В. Анализ сведений о повышении квалификации и профессиональной переподготовке профессорско-преподавательского состава в России и Томской области	58
Novoselov K.L., Slesarenko I.V. Pedagogical Design of the Academic Course ‘Crystallography and Mineralogy’ based on the Bloom’s Taxonomy	64
Махалин С.А., Полетаikin А.Н., Монастырская Т.И. Интеллектуальный помощник преподавателя информатики	69

СЕКЦИЯ 2. НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ПРОРЫВНЫХ СУВЕРЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Несмеев Ю.А. Вопросы практики вычисления корней алгебраического уравнения двумя новыми способами	79
Несмеев Ю.А. Способ решения уравнения для вычисления расстояний до точек либрации в системе Земля – Луна	85
Хатьков Н.Д. Формирование рабочей программы курса «Метод свободных колебаний – диагностика» с помощью искусственного интеллекта	92
Герасимова О.О., Карауш С.А., Герасимова Е.А. Особенности организации самостоятельного изучения дисциплины «Анализ и оценка надежности технических объектов» магистрантами по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»	96

Певцов Е.Ф., Вахин В.В., Сторожев И.Е. Разработка контроллеров последовательных интерфейсов на ПЛИС в программах обучения РТУ МИРЭА	100
Несмеев Ю.А. Применение схемы Горнера к решению уравнения с комплексными коэффициентами.....	107
Доценко О.А., Жуков А.А. Об опыте разработки и применения симуляторов измерительных приборов на основе LabVIEW для дисциплин «Радиоэлектроника» и «Схемотехника аналоговых электронных устройств».....	111
Ярушкина Н.А. Роль интерактивной математики при подготовке специалистов в области прорывных технологий	117
Михальченко С.Г., Дедиюлина Е.П., Кротова А.С., Фомина Л.О. Разработка дисциплины «Технология отладки программ для программируемой логической интегральной схемы»	122
Орликов Л.Н. Некоторые инструменты вовлечения студентов в освоение прорывных технологий в дисциплинах направлений «Электроника и нанoeлектроника», «Фотоника и оптоинформатика»	126
Устинова И.Г., Янущик О.В., Беляускене Е.А., Рожкова С.В., Имас О.Н. Интерактивные задания STACK по высшей математике	133
Окс Е.М., Воеводина О.В. Анализ опыта использования балльно-рейтинговой системы	139
Ганджа Т.В., Ушаков А.О., Молоков П.Б., Жерин И.И. Разработка математических моделей для аппаратов ядерно-топливного цикла в среде моделирования MAPS и их интеграция в виртуальную лабораторию	148
Шабля Ю.В. Подход к преподаванию математических дисциплин с активным использованием возможностей LMS Moodle	153
Туев В.И., Несмелова Н.Н., Афонин К.Н. Опыт включения основ патентования в программу учебной практики будущих инженеров-технологов	157
Несмеев Ю.А. Примеры вычисления радиусов колец комплексной плоскости при решении алгебраического уравнения	160
Аверьянова А.М., Глухих К.Д., Захарова А.А. Прототип автоматизированной системы управления процессом проведения нормоконтроля студенческих работ	164
Маринов А.А., Суров И.В. Внедрение Web3 в национальную инновационную экосистему России.....	169
Чечулина И.Е., Мельничук О.В., Ларионова Е.В. Инновационные технологии как инструмент повышения качества подготовки специалистов	175
Викторенко Е.В., Красина Ф.А. К вопросу о двух квалификациях	180
СЕКЦИЯ 3. СЕТЕВАЯ ФОРМА ПОДГОТОВКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ	
Гальцева О.В., Янушевская М.Н., Сарсикеев Е.Ж. Условия проектирования и реализации сетевых образовательных программ.....	187
Гальцева О.В., Лобода Ю.О., Антипин М.Е., Бордунов С.В. Образовательная экосистема нового типа вуза	191
Байгулова Т.А., Бирюкова Н.С., Губин Е.П. Сетевое взаимодействие Большого университета Томска с точки зрения студентов	195
Бирюкова Н.С., Гальцева О.В., Лобода Ю.О., Байгулова Т.А. Влияние рынков НТИ на формирование и развитие новых моделей обучения с применением сетевого взаимодействия вузов	199
Воронин Б.А., Елецкая А.В. О параметризации в задачах для одномерной случайной величины	205
Исакова А.И., Исаков А.М., Левин С.М. Подготовка конкурентоспособных инженерных кадров через сетевое взаимодействие университета с работодателями	209

Баранов А.В., Зуев А.П., Шахрай В.А. Проектная разработка интерактивной виртуальной лабораторной работы «ЭДС индукции во вращающейся катушке» для сетевого использования в физическом практикуме.....	214
Баранов А.В., Гюнтер А.А., Михайловский М.А., Пашкова С.Г. Проектная разработка виртуальной лабораторной работы «Исследование магнитного поля колец с токами» для физического практикума университета.....	218
Ботаева Л.Б., Даниелян М.Г. Студенческие стартапы как важнейший элемент поддержки инновационного предпринимательства.....	222
СЕКЦИЯ 4. РОЛЬ СОВРЕМЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА В НАЦИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОСИСТЕМЕ	
Катаев М.Ю., Карташов Е.Ю. Методическая составляющая обучения работе с беспилотными летательными аппаратами.....	227
Сидоренко М.Г. Образование как элемент инновационной составляющей устойчивого развития экосистем.....	230
Чернета С.Г., Захарова А.А., Садыков Г.И. Модель процесса подготовки студенческих технологических стартапов в вузе.....	236
Пудкова В.В., Бирюкова А.Д. Предпринимательский университет: взгляд школьников.....	244
Ботаева Л.Б., Шимко Н.В. Влияние государственных инжиниринговых центров на развитие технологического предпринимательства проектов студенческих стартапов в Томской области.....	251
Бурдовицин В.А. Организация группового проектного обучения на кафедре физики.....	255
Кондрашов Д.А., Рогожников Е.В., Коновальчиков А.В., Ломаков Е.В. «IoT-хакатон» как способ подготовки специалистов радиотехнического профиля.....	258
Архипова Т.В. Взаимодействие высокотехнологичных предприятий с предпринимательскими университетами в контексте перспектив устойчивого инновационного развития.....	262
Цибульникова В.Ю. О подходах к выявлению предпринимательских компетенций у студентов.....	266
Троян П.Е., Сахаров Ю.В., Чистоедова И.А., Смирнов С.В. Учебно-исследовательская работа как элемент формирования профессиональных компетенций специалистов для оборонно-промышленного комплекса РФ.....	270
Троян П.Е., Жидик Ю.С., Смирнов С.В. Организационно-методическое обеспечение подготовки магистрантов к обучению в аспирантуре на кафедре физической электроники ТУСУРа.....	274
Фатеев А.В., Кузьменко И.Ю., Романова В.Г., Нурхан Б. Профорентация студентов и школьников практико-ориентированной моделью «Радиохакатон».....	278
Манелюк С.Е., Москалев А.К., Григорьева О.А. Создание программно-аппаратного комплекса спецодежды в рамках студенческого стартапа.....	282

Научное издание
СОВРЕМЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ИНТЕГРАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, БИЗНЕСА И ВЛАСТИ.
ПРИОРИТЕТНЫЕ ОРИЕНТИРЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ: СТРАТЕГИЧЕСКОЕ
ПАРТНЕРСТВО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ
Материалы международной научно-методической конференции

В 2 частях
Часть 1

Подписано в печать 17.01.24. Формат 60x84/8.
Усл. печ. л. 33,71. Тираж 30 экз. Заказ 01/1.

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники».
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40. Тел. (3822) 533018.