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

СОВРЕМЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ИНТЕГРАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, БИЗНЕСА И ВЛАСТИ

НОВЫЕ МОДЕЛИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ – ОСНОВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА РОССИИ

Материалы международной
научно-методической конференции
29–30 января 2026 года
Томск, Россия

В 2 частях
Часть 2

Томск
Издательство ТУСУРа
2026

УДК 378.1(063)
ББК 74.584(2)я431
С56

Организационный комитет конференции:

М.Ю. Ким (председатель)
В.В. Подлипенский (зам. председателя)
М.И. Вяткина, Г.Н. Нариманова, Е.Р. Менгардт, А.А. Мещеряков,
М.Ю. Раитина, Н.С. Легостаев, М.Н. Баранова
Ответственный редактор В.М. Рулевский

Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Новые модели инженерного образования – основа технологического суверенитета России : материалы междунар. науч.-метод. конф., 29–30 января 2026 г., Томск, Россия. В 2 ч. Ч. 2 / 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, 2026. – 293 с.

С56

ISBN 978-5-908033-22-0 (Ч. 2)
ISBN 978-5-908033-20-6

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 978-5-908033-22-0 (Ч. 2)
ISBN 978-5-908033-20-6

© Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2026

Секция 4

Разработка и внедрение новых образовательных технологий в инженерное образование

УДК 378.147

О.О. Герасимова, С.А. Карауш, Е.А. Герасимова

РОЛЬ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА» В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ 20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Дается обоснование необходимости изучения теории горения и взрыва. Рассмотрено содержание разделов дисциплины, выполнение курсовой работы и их ориентация на современные технологические процессы и оборудование.

Ключевые слова: дисциплина, горение, взрыв, производство, технологический процесс, оборудование.

Современным направлениям, улучшающим систему образования в технических вузах, уделяют внимание авторы во многих работах [1–4]. Однако задачи подготовки высококвалифицированных кадров технических специальностей по-прежнему остаются актуальными, и особую роль следует уделить области техносферной безопасности.

Томский государственный архитектурно-строительный университет уже давно ведет подготовку специалистов направления 20.03.01 «Техносферная безопасность».

В большинстве технологий, особенно в строительной отрасли, встречаются процессы горения и взрывы. Учитывая реалии сегодняшнего дня (техногенные аварии, пожары и взрывы на предприятиях и в быту, террористические акты и т.п.), дисциплина «Теория горения и взрыва» является чрезвычайно важной и необходимой для студентов, обучающихся по направлению «Техносферная безопасность». Выпускники специальности должны знать основы процессов горения и взрывов, уметь управлять ими и предотвращать возникновение опасных ситуаций.

Основные направления базовой части дисциплины «Теория горения и взрыва»:

– физико-химические основы горения;

– теории горения (тепловая, цепная, диффузионная);

– виды пламени и скорости его распространения;

– условия возникновения и развития процессов горения;

– взрывы (типы взрывов, физические и химические взрывы);

– классификация взрывов по плотности вещества, типам химических реакций, энергии и мощности ударной волны, длительности импульса.

Анализ содержания дисциплины «Теория горения и взрыва» показал, что она имеет теоретическую направленность. При этом является базой в дальнейшем при изучении студентами курса «Пожарная безопасность на производстве», который нацелен на рассмотрение практических вопросов предотвращения опасных производственных ситуаций в результате процессов горения и взрывов [5]. Инженеру, не знающему ответы на эти вопросы, сложно ориентироваться на производстве в методах и средствах обеспечения пожаровзрывобезопасности технологических процессов и оборудования.

Опыт преподавания дисциплин «Теория горения и взрыва» и «Пожарная безопасность на производстве» показал, что они должны иметь прикладную инженерную направленность и быть приближены к производственному оборудованию и процессам той отрасли экономики, для которой идет подготовка специальности.

Деятельность на производстве специалистов направления «Техносферная безопасность» направлена на решение вопросов по обеспечению безопасности человека в производственных условиях и условиях окружающей среды. Поэтому студенты этой специальности должны знать основы технологических процессов получения тепловой энергии за счет сжигания органического топлива, а также иметь представление о технических устройствах, в которых это происходит.

По мнению авторов статьи, содержание курса дисциплины «Теория горения и взрыва» должна иметь две части: базовую и дополнительную.

Базовая часть должна быть общей для всех вузов, обучающих студентов направления «Техносферная безопасность», так как в ней даются основы теории горения и взрывов.

В дополнительную части дисциплины должны быть включены разделы, которые обеспечивают технологическое и техническое приложение процессов горения и взрывов к отрасли промышленности, для которой осуществляется подготовка специалистов.

Таким же образом сделано, например, построение курса дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» [6]. Вузы, взяв базовую часть дисциплины за основу, дорабатывают программу под свои задачи.

Программа дисциплины «Теория горения и взрыва», с учетом вышесказанных дополнений, успешно реализуется в Томском государственном архитектурно-строительном университете. При этом шесть первых тем отнесены к первому (базовому) блоку, а оставшие-

ся три темы – ко второму (дополнительному), носящему техническую и технологическую направленность применительно к строительству.

Рассмотрим подробнее основное содержание разделов программы дисциплины «Теория горения и взрыва».

1. *Введение. Общие сведения о процессах горения и взрывах*

Состояние взрывопожаробезопасности в техносфере. Основные понятия для процессов горения. Взрывные процессы и их причины. Показатели пожаро- и взрывоопасности веществ и материалов. Основные источники инициирования процессов горения и взрыва.

2. *Топливо и его свойства*

Источники тепловой энергии. Топливно-энергетические ресурсы и их запасы. Добыча энергетических ресурсов. Классификация органического топлива. Составные части топлива. Теплота сгорания и приведенные характеристики топлива.

3. *Химические основы горения*

Кинетика химических реакций. Классификация химических реакций. Скорость химической реакции. Закон действующих масс. Подвижность химических реакций. Зависимость скорости реакции от температуры и давления. Термохимическое уравнение и закон Гесса. Зависимость химического равновесия от температуры в реакции горения. Теория цепных реакций горения. Закономерности кинетики цепных реакций. Начальное инициирование активных центров. Диссоциация газов и паров.

4. *Физические основы процессов горения*

Горение веществ и материалов. Скорость распространения пламени. Режимы горения. Пределы зажигания и распространения пламени. Диффузионная теория горения. Тепловая теория горения. Теория нормального горения.

5. *Физические основы взрывных явлений*

Взрывные явления. Инициация взрывов. Ударные волны, параметры ударных волн. Возникновение и развитие детонации. Адиабата Гюгонио. Стационарный режим распространения детонации. Распределение энергии взрыва. Расчет энергии и мощности химического взрыва. Расчет давления химического взрыва. Расчет энергии и мощности физического взрыва.

6. *Горение топлива и топочные устройства*

Горение газового топлива. Горение жидкого топлива. Горение твердого топлива. Особенности горения органического топлива в топочных устройствах. Материальный баланс процесса горения. Тепловой баланс топочного устройства.

7. *Топочные процессы и устройства*

Организация топочных процессов. Топочные устройства для сжигания газообразного топлива. Топочные устройства для сжигания жидкого топлива. Топочные устройства для сжигания твердого топлива.

8. *Промышленные взрывы*

Общая характеристика взрывных явлений. Особенности промышленных взрывов. Взрывы веществ в пылевидном состоянии. Взрывные технологии.

9. *Обеспечение взрывобезопасности технологических процессов и оборудования*

Обеспечение взрывобезопасности. Защита технологического оборудования от разрушений при химических взрывах. Средства локализации взрыва. Защита технологического оборудования от физических взрывов. Защита зданий от разрушений при взрывах. Системы активного подавления взрывов.

Одним из этапов изучения студентами дисциплины «Теория горения и взрыва» является выполнение курсовой работы по теме «Расчет и обоснование безопасной работы топочного устройства». Курсовая работа призвана систематизировать знания студентов по дисциплине, закрепить и расширить практические навыки ведения самостоятельной работы при решении вопросов обеспечения безопасности при сжигании органического топлива в таких сложных устройствах, как топочные. В процессе выполнения курсовой работы и ее защиты выявляется уровень подготовки и готовность студентов обосновывать принимаемые технические решения, связанные с безопасностью процессов сжигания органического топлива.

Для выполнения курсовой работы студентам выдается индивидуальное задание, где задаются исходные данные: название газопровода; тип, размеры и назначение топочной камеры; тепловая мощность и КПД топочного устройства; давление газа в газопроводе. В соответствии с выданным заданием студенты по справочным материалам определяют характеристики газового топлива, рассчитывают его расход и подбирают газогорелочные устройства. Затем рассчитывается процесс горения топлива, т.е. определяется количество воздуха, необходимого на горение, объемные расходы и состав продуктов сгорания. Вычисляется максимальная нормальная скорость распространения пламени для процесса сжигания газовой смеси в топочном устройстве.

Для условий нештатной ситуации, когда возможно погасание пламени, а горелка продолжает подачу газового топлива в топочную камеру, студенты определяют промежуток времени работы горелки, в течение которого будет достигнут низкий концентрационный предел воспламенения в объеме топочной камеры и возникает возможность взрыва. Для этих условий студенты рассчитывают энергию и мощность взрыва газовоздушной смеси в топочной камере и обосновывают расчетом выбор установки и размеры взрывного предохранительного клапана. По окончании расчетов студенты делают выводы по работе.

Требования к курсовой работе и процедура ее выполнения по дисциплине «Теория горения и взрыва» детально прописаны в разработанных авторами статьи

методических указаниях. Для подробного изучения дисциплины студентами всех форм обучения, включая заочную и дистанционную формы, курс дисциплины создан и размещен в информационно-образовательную среду Томского государственного архитектурно-строительного университета.

Авторы статьи считают, что построение реализуемой в Томском государственном архитектурно-строительный университете программы по дисциплине «Теория горения и взрыва» показало ее правильную ориентацию. При этом студенты направления 20.03.01 «Техносферная безопасность» получают знания не только в области теории по процессам горения и взрыва, но и учатся практическому применению своих знаний в технических устройствах и технологических процессах применительно к отрасли промышленности, для которой осуществляется подготовка специалистов. Это, несомненно, вносит вклад в повышение авторитета специальности и рост уровня профессионализма выпускников.

Литература

1. Буравлева Н.А., Богомаз С.А. Готовность студентов технических вузов к инновационной деятельности // Российский психологический журнал. 2020. Т. 17, № 3. С. 30–43.

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. The culture of professional self-realization as a fundamental factor of students internet communication in the modern educational environment of higher education / M. Odinokaya [et al.] // Education Sciences. 2019. Vol. 9 (3). P. 187–188.

4. 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.

5. Герасимова О.О., Карауш С.А., Герасимова Е.А. Специфика содержания и преподавания дисциплины «Пожарная безопасность на производстве» для студентов профиля подготовки 20.03.01.01 «Безопасность технологических процессов и производств» // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Приоритетные ориентиры высшего образования в России: стратегическое партнерство и технологический суверенитет: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2025. С. 577–581.

6. Герасимова Е.А., Карауш С.А., Герасимова О.О. Опыт преподавания курса «Безопасность жизнедеятельности» в Томском государственном архитектурно-строительном университете // 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. С. 11–14.

Герасимова Ольга Олеговна
Канд. техн. наук, доцент, доцент каф. охраны труда и окружающей среды Томского государственного архитектурно-строительного университета (ТГАСУ)
Соляная пл. 2, г. Томск, Россия, 634003
Тел.: (382-2) 66-01-45
Эл. почта: Ologeras@mail.ru

Карауш Сергей Андреевич
Д-р техн. наук, профессор, профессор каф. охраны труда и окружающей среды Томского государственного архитектурно-строительного университета (ТГАСУ)
Соляная пл. 2, г. Томск, Россия, 634003
Тел.: (382-2) 66-01-45
Эл. почта: karaush@tsuab.ru

Герасимова Елена Алексеевна
Ст. преподаватель каф. охраны труда и окружающей среды Томского государственного архитектурно-строительного университета (ТГАСУ)
Соляная пл. 2, г. Томск, Россия, 634003
Тел.: (382-2) 66-01-45
Эл. почта: Alekceikovna@mail.ru

O.O. Gerasimova, S.A. Karaush, E.A. Gerasimova

Role of ‘Combustion and Explosion Theory’ Discipline in Training Specialists of ‘Technosphere Safety’ Bachelor Degree Program

The need to study ‘Combustion and Explosion Theory’ discipline is justified. Its content, sections, coursework performance and their orientation to modern technological processes and equipment are considered.

Keywords: discipline, combustion, explosion, production, technological process, equipment.

References

1. Buravleva NA., Bogomaz SA. [Readiness for innovative activities among students of technical universities]. Russian Psychological Journal, 2020, vol. 17, no. 3, pp. 30–43 (in Russ.).

2. Senchenko P.V., Shelupanova P.A., Sidorov A.A.. Praktikoorientirovannyi podkhod – osnova uspeshnoi podgotovki inzhenera budushchego [Practice-oriented approach as the basis for successful training of an engineer of the future]. Sovremennye 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 Publ., 2020, pp. 17–19 (in Russ.).

3. Odinokaya M., Krepkaia T., Sheredekina O., Bernavskaya M. The culture of professional self-realization as a fundamental factor of students internet communication in the modern educational environment of higher education. Education Sciences, 2019, vol. 9 (3), pp. 187-188.

4. Isakova A.I., Isakov A.M. Trudoustrojstvo vypusknikov vuza kak kriterij kachestva podgotovki specialistov [Employment of University graduates as a criterion for the quality of training].

Sovremennye tendencii 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 Publ, 2020, pp. 153–154 (in Russ.).

5. Gerasimova O.O., Karaush S.A., Gerasimova E.A. Specifika soderzhanija i prepodavanija discipliny «Pozharnaja bezopasnost' na proizvodstve» dlja studentov pro-filja podgotovki 20.03.01.01 «Bezopasnost' tehnologicheskih processov i proizvodstv» [Specifics of the content and teaching of the discipline «Fire safety in production"» for students of the training profile 20.03.01.01 «Safety of technological processes and production»]. Sovremennoe obrazovanie: integracija obrazovanija, nauki, biznesa i vlasti. Prioritetnye orientiry vysshego obrazovanija v Rossii: strategicheskoe partnerstvo i tehnologicheskij suverenitet. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-metodisheskoi konferentsii [Modern education: integration of education, science, business and government. Priority guidelines for higher education in Russia: strategic partnership and technological sovereignty. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2025, pp. 577–581 (in Russ.).

6. Gerasimova OO, Karaush SA, Gerasimova EA. Opyt prepodavanija kursa «Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti» v Tomskom gosudarstvennom arhitekturno-stroitel'nom universitete [Experience of teaching the course «Life Safety» at Tomsk State University of Architecture and Building]. Sovremennoe obrazovanie: integracija obrazovanija, nauki, biznesa i vlasti. Transformacija obrazovanija, nauki i proizvodstva – osnova tehnologicheskogo proryva [Modern education: integration of education, science, business and government. Transformation of education, science and production is the basis of technological breakthrough. Proc. of the international scientific and methodological conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2023, pp.11–14 (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: +7 (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: +7 (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: +7 (382-2) 66-01-45
Email: Alekceikovna@mail.ru

УДК 372.862

А.Е. Карелин, Д.Е. Болбуков

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ УЧЕБНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ

Рассматривается проблема разрыва между теоретической подготовкой студентов в вузах и освоением практических навыков, требуемых на реальных предприятиях. Рекомендуется повышение мотивации студентов при выполнении практических работ через повышение наглядности учебного оборудования и применение распространённых в промышленности аппаратных и программных средств. В качестве прикладного решения предлагается концепция применения комплексных учебных объектов, ориентированных на максимальное соответствие реальным технологическим процессам и наглядно демонстрирующих изучаемый материал.

Ключевые слова: практическая работа, программирование, программируемый логический контроллер, ЧПУ, CODESYS.

На сегодняшний день перед высшими учебными заведениями нашей страны стоит задача повышения качества практической подготовки студентов. Основная проблема кроется в разрыве между высшим образованием, опирающемся на теоретические знания, которые формируют фундаментальные представления, и практическими навыками, образующимися на его основе и необходимыми для будущей работы на предприятии. Для решения данной проблемы в нашей стране поддерживают движение студенческих конструкторских бюро [1] и реформируют существующие подходы к получению высшего образования [2].

Однако существует и проблема заинтересованности студентов в практических работах: есть значительная разница между формальным выполнением учебной работы и вдумчивым изучением материала. Как правило, то, каким образом студент будет осваивать материал, зависит от его мотивированности и заинтересованности. Однако учебные работы часто ставят студента в положение, когда он выполняет действия согласно методическим указаниям, не задумываясь об их сути, поскольку не может понять, где и как ему пригодятся эти знания и навыки. Для преодоления такого барьера нужно повышать наглядность и зрелищность учебных работ, а также делать их таким образом, чтобы студент мог увидеть реальную применимость тех знаний, на закрепление которых направлена работа.

Кроме того, существует проблема списывания лабораторных работ: если в работе есть пошаговая методичка и набор вариантов, студенты быстро формируют набор готовых работ, которые потом сдаются с минимальными правками. С этим часто борются выставлением отметок о выполнении лабораторного задания на установке в аудитории и увеличением количества вариантов работ. В сумме эти подходы работают довольно хорошо, но их можно усилить добавлением большего числа самостоятельных секций в работе, где описана задача, но нет пошаговой инструкции по её решению – это будет приводить к необходимости более глубокого осмысления изучаемой дисциплины, а также значительно упростит контроль за списыванием.

Ранее мы занимались разработкой стенда для изучения цифровой электроники на основе световодов [3], в ходе этой работы мы обратили внимание на повышение интереса студентов при выполнении лабораторных работ вследствие увеличения наглядности протекающих в схеме процессов.

На сегодняшний день, опираясь на предшествующий опыт, мы предлагаем концепцию применения комплексных учебных объектов при изучении программирования ПЛК. Комплексный учебный объект (КУО) – это техническая система, предназначенная для выполнения или имитации реального технологического процесса с целью обучения студентов, включающая в себя разнообразные исполнительные устройства и датчики. В качестве КУО могут выступать технологические объекты непрерывных и дискретных производств, например системы из баков и насосов, имитирующие станции водоподготовки, конвейерные системы сортировки объектов, модели печей или систем терморегуляции помещений, фрагменты производственных линий, автоматизированные станки и другие объекты. Главное свойство, которым должны обладать КУО для привлечения и удержания интереса студентов, – это непосредственная демонстрация своей функции, например система баков и насосов должна действительно перекачивать жидкость и содержать реально применяемые в промышленности аппаратные средства, а не имитировать процесс в виде мнемосхемы на экране компьютера. В таком случае студент видит потенциал реального применения получаемых знаний, что вызывает интерес и мотивирует глубже и тщательнее изучать дисциплину.

Помимо наглядности и повышения интереса студентов, применение максимально приближенных к реальным технологическим процессам КУО способствует практическому подкреплению знаний студента, поскольку он сталкивается не с идеальной синтетиче-

ской системой, а с реальными объектами, имеющими множество паразитных свойств и параметров, влияющих на протекание процессов в системе. Например, студент сталкивается с шумами при измерениях, температурным дрейфом, колебаниями жидкостей и их пенообразованием, инертностью реальных объектов, отражениями сигналов в линиях передачи данных и другими тонкостями, не всегда учитываемыми при использовании виртуальных объектов.

Также для повышения интереса студента к выполнению учебной работы целесообразно формировать цикл практических работ таким образом, чтобы по ходу их осуществления система обрастала новым функционалом, а не выполнялись просто отдельные работы, демонстрирующие функционирование того или иного устройства. Например, в первой работе студент освоил работу с ПЛК и написал простую программу, управляющую его выходом; в следующей работе, используя проект из предыдущей, он запрограммировал цикл функционирования одного устройства в системе и увидел его работу; и так далее – до полноценного действия системы.

В качестве простого и имеющего широкий потенциал применения КУО мы предлагаем небольшие настольные станки с ЧПУ произвольной конструкции и кинематики.

Потенциал ЧПУ-станков в качестве КУО

В первую очередь стоит рассмотреть основные разделы потенциальных работ, связанных с такими станками.

Программирование ПЛК – непосредственно изучение языков для его программирования по стандарту ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016, а также организации сложных программ для таких контроллеров, например разделение всей программы на отдельные задачи, управление этими задачами, создание комплексных визуализаций. Цель данного раздела – научить студента грамотно писать сложные программы и формировать архитектуру, которая позволит реализовывать безопасные и поддерживаемые системы на основе ПЛК.

Файловая система контроллера – изучение работы с файловой системой контроллера, файлами в ней, способами загрузки и выгрузки файлов с ПЛК. Данный раздел направлен на обучение студентов работе с файлами управляющих программ, отчетами, рецептами и другими файлами, используемыми при работе с ПЛК.

Работа с периферийными устройствами и интерфейсами – практическое изучение способов подключения внешних устройств к ПЛК как на аппаратном уровне, так и с точки зрения программирования, изучение основных интерфейсов, таких как RS485, Ethernet, EtherCAT, CAN, и протоколов, например Modbus RTU, Modbus TCP, CoE и других. Этот раздел направлен на формирование у студента навыков работы с реальными устройствами, например модулями удаленного ввода-вывода, драйверами шаговых двигателей (ШД) или сервоприводов и другого схожего оборудования.

Управление электроприводами – данный раздел направлен на изучение студентом управления ШД и сервоприводами. Ориентирован на закрепление у студента знаний, полученных в курсе «Электрические машины», применительно к реальным задачам, например определение необходимых характеристик привода, способов управления им, а также освоение программного управления драйверами таких приводов.

Алгоритмы движения – изучение математического аппарата, стоящего за управлением электроприводами, организация ускорения и торможения, синхронизация движения нескольких приводов (осей), настройка регулятора сервопривода. Задача этого раздела – наглядно продемонстрировать базовые алгоритмы управления электроприводами, сформировать представление у студента об их применении для решения конкретных инженерных задач.

Язык G-code – изучение широко распространённого языка программирования ЧПУ-систем. Данный раздел направлен на освоение способов описания траектории движения ЧПУ-станка. Раздел может быть рассмотрен поверхностно в общем случае или подробно, в случае если предполагается специализация студента, связанная именно с ЧПУ-системами. Цель данного раздела – ознакомить студента с основными командами языка G-code, описанием траекторий и управлением технологическим оборудованием.

Кроме содержательной части работ, стоит рассмотреть и вопрос удержания интереса студента во время их проведения. Как уже было описано ранее, в ходе выполнения цикла работ должно получиться функциональное устройство, а каждая работа должна заканчиваться наглядным движением к этой цели. Таким образом, можно составить обобщенный список связанных лабораторных работ по изучению программирования ПЛК на базе ЧПУ-станка. Выбор работ из списка, его дополнение основывается на требованиях конкретного курса.

1. Создание базовой программы и визуализации, цифровые входы и выходы ПЛК.
2. Управление драйвером шагового двигателя.
3. Алгоритм управления шаговым двигателем.
4. Алгоритм поиска домашнего положения (физического нуля оси).
5. Синхронное управление приводами, интерполяция траектории.
6. Построение визуализации для управления станком.
7. Исполнение программы на языке G-code.
8. Управление файлами в памяти контроллера, FTP-сервер.

В приведенном наборе каждая работа заканчивается видимым результатом, а в итоге выполнения всех работ студент получает минимально функциональный

ЧПУ, т.е. станок, способный выполнить произвольную управляющую программу. Предложенный набор лабораторных работ может быть применён, например, в ходе курсов «Программируемые логические контроллеры» [4]. В обобщенном виде данные работы могут быть основой для курсового проекта по дисциплине «Проектирование автоматизированных систем» [5].

Физическое исполнение предложенного КУО

Предложенный КУО в виде ЧПУ-станка, на наш взгляд, может быть выполнен или на базе готового настольного станка, например CNC 3018, с заменённой управляющей электроникой на ПЛК и совместимых с ним драйверов ШД, или это может быть простой настольный станок, изготовленный непосредственно в рамках университета.

В первом случае создать стенд несложно, достаточно только приобрести все компоненты. Второй вариант предоставляет большую гибкость и позволяет преобразовать сам процесс приобретения станка в обучение студентов. Но такой способ возможен только в случае наличия в университете студенческого конструкторского бюро или FabLab. Также такой подход позволит создать линейку схожих станков на основе разных кинематик, что может использоваться для разнообразия вариантов работ и предотвращения списывания, а также демонстрации различий кинематик друг от друга.

Механика станка может быть изготовлена с применением широко распространённых элементов для 3D-принтеров и ЧПУ-станков, а также посредством 3D-печати; линейные перемещения могут осуществляться при помощи трапециевидных винтов или зубчатых ремней; для кинематик, содержащих вращательные звенья, могут применяться безлюфтовые волновые редукторы с промежуточными телами качения [6], изготовленные при помощи 3D-печати. Таким образом, возможно изготовить доступную и несложную в изготовлении механику станка.

Программное и аппаратное обеспечение

На сегодняшний день в связи с санкциями потеряли актуальность ранее широко использовавшиеся ПЛК европейских брендов, однако популярность в промышленности набирают ПЛК китайского производства; поскольку обучение должно вестись на оборудовании, максимально приближенном к используемому в промышленности, стоит сделать выбор именно в сторону контроллеров китайского производства. Также в связи с ограничениями в выборе ПЛК и необходимостью обучения на максимально распространенных в промышленности решениях среда программирования должна быть универсальной, а не проприетарной.

Под такие параметры подходит среда разработки CODESYS: она широко используется различными производителями и, помимо этого, опирается на стандарт ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016, благодаря чему студент, изучив эту среду, легко сможет начать работу и в других средах. Также для данной среды написано множество методических материалов [7–9], что упрощает её применение в образовательном процессе.

Среди получивших широкое распространение ПЛК, поддерживающих CODESYS, был выбран XSDH-60A32 от компании XINJE. Данный контроллер предназначен специально для управления электроприводами и ЧПУ-системами.

Электроприводами станка в самом простом варианте могут быть шаговые двигатели типоразмера NEMA17, для управления этими двигателями допустимо использовать драйверы DP3CL-305 от компании XINJE. Эти драйверы управляются через современный промышленный интерфейс EtherCAT с протоколом CoE, что позволит ознакомить студентов с его принципом работы.

Заключение

В результате можно отметить, что применение настольных ЧПУ-станков для обучения программированию ПЛК может повысить заинтересованность студентов, а также позволит выполнять широкий спектр работ на одной установке. Таким образом, имеет смысл провести эксперимент по внедрению таких станков в учебный процесс с целью определения их реального влияния на заинтересованность и мотивацию обучаемых. Предложенное решение может быть относительно легко реализовано на практике без кардинальных изменений образовательного процесса или устоявшихся практик.

Литература

1. О проведении конкурсного отбора студенческих конструкторских бюро образовательных организаций высшего образования, подведомственных Министерству науки и высшего образования Российской Федерации, по направлениям «Создание и развитие студенческого конструкторского бюро» и «Студенческое конструкторское лидерство : приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.12.2024 № 959 // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: https://minobrnauki.gov.ru/upload/2024/10/24.12.2024_959_%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81%20%D0%A1%D0%9A%D0%91.pdf (дата обращения: 06.11.2025).

2. О некоторых вопросах совершенствования системы высшего образования : Указ президента Российской Федерации от 12.05.2023 № 343 // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202305120005?index=1 (дата обращения: 06.11.2025).

3. Болбуков Д.Е., Карелин А.Е. Аппаратная платформа для изучения цифровой схемотехники на основе световодов // Доклады ТУСУР. 2025. Т. 28, № 2. С. 160–165.

4. Программируемые логические контроллеры : раб. программа учебной дисциплины URL: https://edu.tusur.ru/work_programs/73113/download (дата обращения: 06.11.2025).

5. Проектирование автоматизированных систем : раб. программа учебной дисциплины. URL: https://edu.tusur.ru/work_programs/73114/download (дата обращения: 06.11.2025).

6. Расчет геометрических размеров деталей двухволновой передачи с телами качения / В.А. Подшибнев [и др.] // Изв. Тульского гос. ун-та. Технические науки. 2024. № 7. С. 411–415.

7. Гофман П.М., Кузнецов П.А. Инструменты программирования промышленных контроллеров. CODESYS : учеб. пособие. Красноярск: СибГУ им. академика М.Ф. Решетнёва, 2019. 94 с.

8. Первые шаги с CODESYS. 3S-Smart Software Solutions GmbH. Русская редакция ПК «Пролог» : метод. указания по самостоятельной работе. 2004. 9 с. URL: https://owen.ru/uploads/373/cds23_firststeps.pdf (дата обращения: 06.11.2025).

9. Визуализация CODESYS. Дополнение к руководству пользователя по программированию ПЛК в CODESYS 2.3. 3S – Smart Software Solutions GmbH. ПК Пролог : метод. указания к лабораторным работам. 2008. 103 с. URL: https://owen.ru/uploads/373/cds23_visu_v1.7.pdf (дата обращения: 06.11.2025).

Карелин Алексей Евгеньевич
Канд. техн. наук, доцент, доцент каф. компьютерных систем в управлении и проектировании Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
634045, г. Томск, ул. Вершинина, 74
Эл. почта: aleksei.e.karelin@tusur.ru

Болбуков Данил Евгеньевич
Магистрант, факультет вычислительных систем, кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
634045, г. Томск, ул. Вершинина, 74
Эл. почта: danil_bolbukov@mail.ru

A.E. Karelin, D.E. Bolbukov
Use of Integrated Learning Facilities in Learning the Basics of PLC Programming

The gap between the theoretical training of university students and practical skills acquisition required in real enterprises is considered. The increase of students' motivation when performing practical work with the visibility of educational equipment and the use of hardware and software tools in the industry is proposed. As an applied solution, the concept of using integrated educational facilities focused on maximizing compliance with real technological processes and clearly demonstrating the studied material is offered.
Keywords: practical work, programming, PLC, CNC, CODESYS.

References

1. Order of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation dated December 24, 2024, no. 959 'On the competitive selection of student design bureaus of higher educational institutions subordinate to the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation in the areas of 'Creation and Development of a Student Design Bureau' and 'Student Design Leadership'. Official Internet portal of legal information. (in Russ.). Available at: https://minobrnauki.gov.ru/upload/2024/10/24.12.2024_959_%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81%20%D0%A1%D0%9A%D0%91.pdf (accessed: 6 November 2025).

2. Decree of the President of the Russian Federation dated May 12, 2023, no. 343 'On Certain Issues of Improving the System of Higher Education'. Official Internet portal of legal information. (in Russ.). Available at: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202305120005?index=1 (accessed: 6 November 2025).

3. Bolbukov D. E., Karelin A. E. [A Hardware Platform for Studying Digital Circuit Design Based on Light Guides]. Reports of TUSUR, 2025, no. 28(2), pp. 160–165 (in Russ.).

4. Working Program of the academic discipline 'Programmable Logic Controllers'. (in Russ.). Available at: https://edu.tusur.ru/work_programs/19716/download (accessed: 6 November 2025).

5. Working Program of the academic discipline 'Design of Automated Systems'. (in Russ.). Available at: https://edu.tusur.ru/work_programs/20812/download (accessed: 6 November 2025).

6. Podshibnev V. A., Martenyuk N. E., Ermakov D. P., Gudkov D. A. [Calculation of Geometric Dimensions of Parts for a Two-Wave Gear with Rolling Elements]. News of the Tula State University. Technical Sciences, 2024, no. (7), pp. 411-415 (in Russ.).

7. Gofman P. M., Kuznetsov P. A. Instrumenty programmirovaniya promyshlennykh kontrollerov. CODESYS [Programming Tools for Industrial Controllers. CODESYS: a Textbook. Krasnoyarsk, 2019, SibGU named after M. F. Reshetnev. 94 p. (in Russ.).

8. Pervye shagi s CODESYS. 3S-Smart Software Solutions GmbH [3S-Smart Software Solutions GmbH. (2004). First Steps with CODESYS. Methodological guidelines for independent work, 2004. (in Russ.). Available at: https://owen.ru/uploads/373/cds23_firststeps.pdf (accessed: 6 November 2025).

9. Vizualizaciya CODESYS. Dopolnenie k rukovodstvu pol'zovatelya po programmirovaniyu PLK v CODESYS 2.3. 3S - Smart Software Solutions GmbH [3S-Smart Software Solutions GmbH. (2008). CODESYS Visualization. Supplement to the User Manual for PLC Programming in CODESYS 2.3]. Methodological guidelines for laboratory work, 2008. 103 p. (in Russ.). Available at: https://owen.ru/uploads/373/cds23_visu_v1.7.pdf (accessed: 6 November 2025).

Alexei Ye. Karelin
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Department of Computer Control Systems and Design, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
74, Vershinin st., Tomsk, Russia, 634045
Email: aleksei.e.karelin@tusur.ru

Danil Ye. Bolbukov
Master student, Department of Computer Control Systems and Design, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
74, Vershinin st., Tomsk, Russia, 634045
Phone: +7-952-003-96-98
Email: danil_bolbukov@mail.ru

УДК 007.51

А.С. Сарафанникова, А.А. Захарова

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ СНИЖЕНИЯ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

Рассмотрено понятие «мотивация» как многофакторное явление. Показана необходимость рассмотрения мотивации в соотношении обучения в вузе и рынка труда. Показаны результаты исследования особенностей мотивации студентов технического вуза. Представлена система факторов, влияющих на учебно-профессиональную мотивацию обучающихся.

Ключевые слова: факторы мотивации, управление рисками, учебно-профессиональная мотивация, модель «черного ящика».

В современной образовательной среде наблюдается устойчивый тренд, характеризующийся снижением мотивации молодежи к продолжению академического обучения. Среди студентов вузов фиксируется рост числа случаев добровольного прекращения образовательного процесса ввиду потери интереса к выбранной специальности. Это подтверждается цифрами по отсеву обучающихся, которые привел Дмитрий Афанасьев (заместитель Министра науки и высшего образования Российской Федерации) на форуме «HRexpo pro людей»: «За годы обучения по разным направлениям специальности от 15 до 32%, а где-то до 40% у нас отсеивается. Больше всего потому, что студенты не способны учиться...». Также он отметил, что наряду с уровнем знаний учащегося важна мотивация к обучению [1].

После анализа вопроса мотивации мы решили рассматривать именно учебно-профессиональную мотивацию через управление рисками, что позволит предусмотреть снижение мотивации обучающихся вузов, не доводя до критической точки, когда студент находится на грани отчисления. Иными словами, анализ рисков снижения мотивации может помочь предпринять какие-либо действия в отношении обучающихся, пока сама мысль об отчислении еще не появилась в сознании студента.

Но мотивация остается сложным феноменом, изучение которого требует многостороннего рассмотрения и анализа, что отражено на представленной модели «черного ящика», позволяющей сфокусироваться на входных и выходных характеристиках системы управления мотивацией (рисунок 1).

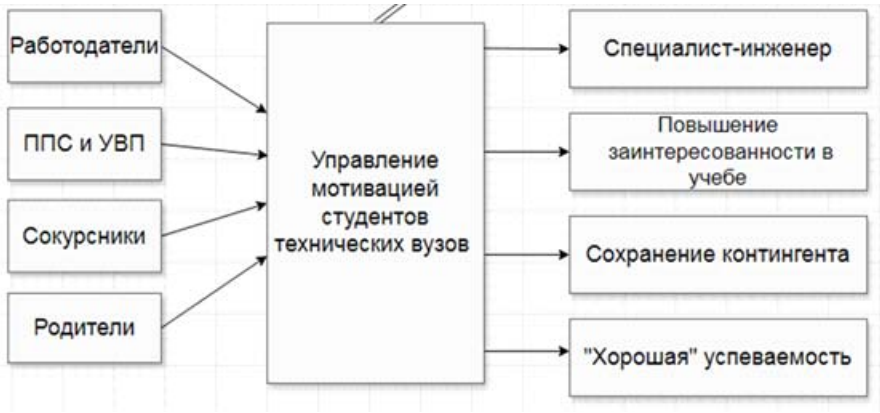


Рисунок 1 – Модель «черного ящика» управления мотивацией

Несмотря на обилие работ по теме мотивации к обучению у студентов [2, 3], управление риском снижения мотивации не рассматривается должным образом: с одной стороны, не учитывается профессиональный аспект, который является важнейшим в мотивации студентов, с другой – риски для образовательной сферы рассматриваются в общих чертах, нет достаточной формализации для контроля и управления столь сложными феноменами. Мотивация рассматривается описательно (используются опросники, которые не всегда отображают реальное отношение студентов к учебе), системы управления не сформированы.

Для контроля рисков снижения мотивации и создания её модели мы предлагаем опираться на субъектно-объектный подход и рассматриваем структурные компоненты деятельности объекта управления в терминологии, предложенной Д.А. Новиковым [4]. С помощью данной схемы мы смогли выявить несоответствия в деятельности субъекта управления, то есть вуза, и объекта управления, то есть студента [5].

Например, компонент «потребность» с точки зрения субъекта управления (вуз) будет содержать в себе обеспечение экономики страны (региона) профессиональными кадрами. Для объекта управления (обучающийся) «потребность» – обеспечить собственное финансовое, материальное, социальное благополучие в жизни. Компонент «технология» для вуза – освоение учебного плана студентом, сдача заданий в установленные сроки, составление расписания, назначение повышенных стипендий. «Технология» для студента – использование сторонних источников информации, нейросетей и др., облегчение процесса сдачи контрольных заданий, посещение «нужных» (по мнению обучающегося) занятий, устроиться на подработку. Результатом несоответствия здесь будет недостаточное понимание учебного материала, плохая академическая успеваемость, наличие пропусков занятий, возможное отчисление. Несмотря на присутствие несоответствий, которые могут привести к отчислению студента, необходимо обратить внимание, что пересечение некоторых компонентов деятельности приводят к положительному взаимодействию субъекта и объекта управления, т.е. к росту заинтересованности в учебе. Например, технология субъекта управления «повышенная стипендия» совпадает с потребностью объекта управления, то есть улучшение финансового положения.

В 2023 году мы провели исследование особенностей мотивации студентов технического вуза. На диаграмме (рисунок 2) представлены сравнительные результаты. Первое исследование было проведено осенью 2023 года, второе – весной 2024 года. Выборка для тестирования идентичная. Мы хотели проверить, как изменится мотивация студентов после первого года обучения. Можно сделать вывод, что не выявлено значимых различий в особенностях мотивации студентов после года обучения в институте.

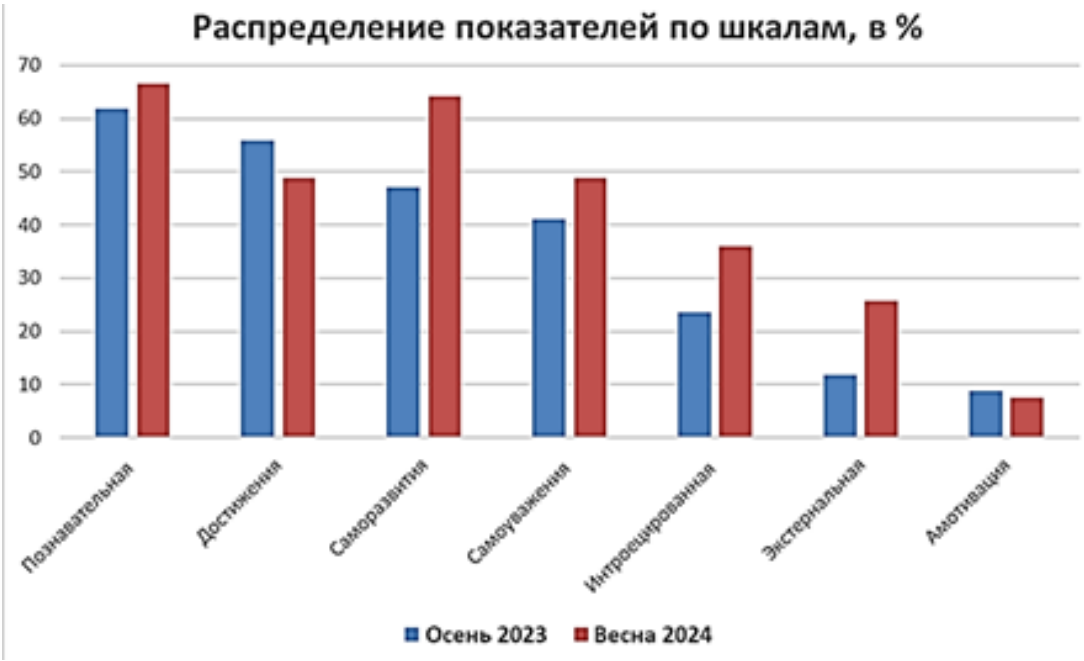


Рисунок 2 – Сравнение шкал мотивации студентов (осень 2023 г. – весна 2024 г.)

По результатам шкалы академической мотивации (ШАМ) [6] мы получили особенности мотивации студентов технического вуза первого года обучения. После качественного анализа данных сделан вывод, что у большинства студентов показатели внутренней мотивации находятся на высоком уровне (более 15 баллов по шкале), но с течением времени даже студенты с высокими показателями внутренней мотивации в итоге были (на данный момент) отчислены. Поэтому можно сделать предположение, что описание мотивации, доступное по результатам ШАМ, недостаточно и поэтому не может объяснить результат обучения (в частности, отчисление) должным образом.

После литературного обзора и проведение психодиагностики мы можем сделать предположение, что существует еще ряд факторов, которые оказывают влияние на успешное завершение обучения студентами. Таким образом, мы разработали систему факторов мотивации, основываясь на проведенном исследовании и выводах из литературного обзора (рисунок 3).

Данную систему факторов можно использовать как основание для анализа рисков снижения мотивации. Представленная система находится в разработке, перечень факторов не является конечным. Данная система отображает необходимость анализа рисков снижения мотивации комплексно, учитывая профессиональный

фактор мотивации, то есть рынок труда, вуз и студент – это неотъемлемые составляющие одного процесса – образования.

Мотивация остается многофакторным явлением, изучение которого помогает понять затруднения студентов, возникающие у них в ходе учебной деятельности. Эти затруднения или проблемы в вузе становятся рисками, которые могут влиять на сохранение интереса к учебе.

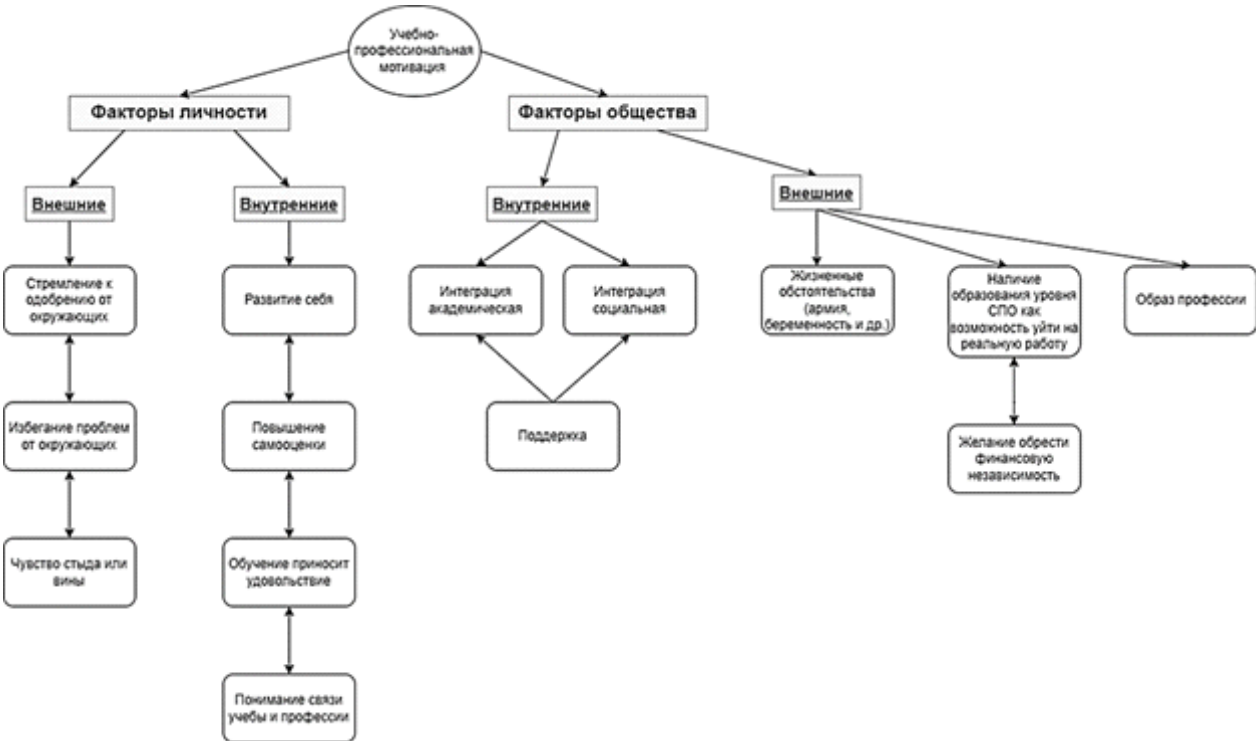


Рисунок 3 – Предлагаемая к рассмотрению система факторов мотивации

Рассматривая мотивацию через призму управления рисками, мы можем не только предотвратить снижение желания учиться, но и повысить заинтересованность в процессе получения высшего образования.

Литература

1. Гуранов С. Можно выйти: почему каждый третий студент бросает вуз // ИЗ.ру. 2025. URL: https://iz.ru/1899545/sergei-guranov/mozno-vyiti-pocuemu-kazdyi-tretii-student-brosaet-vuz (дата обращения: 17.11.2025).

2. Бенькова О.А., Артюхова Т.Ю., Шелкунова Т.В. Взаимосвязь учебной мотивации и мотивации к будущей профессиональной деятельности в студенческом возрасте // Мир науки. Педагогика и психология. 2021. Т. 9, № 4. С. 17–25.

3. Тарасова Л.Е. Внешний компонент в структуре академической мотивации студентов // Страховские чтения. С. 251–255.

4. Новиков Д.А. Введение в теорию управления образовательными системами. М.: Эгвес, 2009. 156 с.

5. Захарова А.А., Сарафанникова А.С. Субъектно-объектный подход к управлению академической мотивацией // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти: материалы междунар. науч.-метод. конф., 30–31 января 2025 г., Томск, Россия. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2025. С. 213–219.

6. Гордеева Т.О., Сычев О.А., Осин Е.Н. Опросник «Шкалы академической мотивации». 2014. URL: https://publications.hse.ru/pubs/share/folder/y93jdtmioo/122549995.pdf (дата обращения: 19.11.2025).

Сарафанникова Ангелина Сергеевна
Аспирант ИШИТР, Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Достоевского ул., д. 4, г. Юрга, Россия, 652050
Тел.: +7 (950) 599-00-32
Эл. почта: sas107@tpu.ru

Захарова Александра Александровна
Д-р техн. наук, доцент, проф. каф. автоматизированных систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: (если имеется)
Эл. почта: zacharovaa@mail.ru

A.S. Sarafannikova, A.A. Zakharova
Managing the Demotivation Risks among Engineering University Students

The concept of ‘motivation’ as a multifactorial phenomenon is considered. The significance of analyzing motivation within the contexts of higher education and the labor market is proved. The necessity of considering motivation in relation to university

education and labor market is presented. The results of studying motivation characteristics of university engineering students are described. The system of factors influencing the educational and professional students' motivation is noted.

Keywords: motivation factors, risk management, educational and professional motivation, motivation model.

References

1. Guranov S. It's possible to quit: why every third student drops out of university, 2025 (in Russ.). Available at: https://iz.ru/1899545/sergei-guranov/mozno-vyiti-pocuemu-kazdyi-tretii-student-brosaet-vuz (accessed: 17 November 2025).

2. Benkova O. A., Artyukhova T. Yu., Shelkunova T. V. [The relationship between academic motivation and motivation for future professional activity in student age]. World of Science. Pedagogy and Psychology, 2021, vol. 9, no. 4. pp. 17–25 (in Russ.).

3. Tarasova L. E. [External component in the structure of students' academic motivation]. Strakhovskie chteniya, pp. 251–255 (in Russ.).

4. Novikov D. A. Vvedenie v teoriyu upravleniya obrazovatel'nymi sistemami [Introduction to the theory of educational systems management]. Moscow, Egves Publ., 2009. 156 p. (in Russ.).

5. Zakharova A. A., Sarafannikova A. S. Sub'ektno-ob'ektnyj podkhod k upravleniyu akademicheskoj motivaciej [The subject-object approach to academic motivation management]. 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 Publ., 2025, pp. 213–219 (in Russ.).

6. Gordeeva T. O., Sychev O. A., Osin E. N. Questionnaire 'Academic Motivation Scales, 2014. Available at: https://publications.hse.ru/pubs/share/folder/y93jdtmioo/122549995.pdf (accessed: 19 November 2025).

Angelina S. Sarafannikova
PhD Student, Institute of Mechanical Engineering, National Research Tomsk Polytechnic University
4, Dostoevsky st., Yurga, Russia, 652050
Phone: +7- 950-599-00-32
Email: sas107@tpu.ru

Alexandra A. Zakharova
Doctor of Engineering Sciences, Professor, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin prosp., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-2379-8698
Phone: +7 (382-2) 70-15-36
Email: aleksandra.a.zakharova@tusur.ru

УДК 378.147

Л.Н. Орликов

ИНТЕГРАЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ И ЭТИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ СТУДЕНТА

Обсуждается модель интеграции профессиональных и этических компетенций в элементы образовательного процесса. Данная модель реализуется за счет использования интерактивных технологий, которые включают взаимную проверку технического и творческого модулей. Также учитывается Международный кодекс инженерной этики. Такая интеграция рассматривается как способ развития у студентов мотивации, ценностей, убеждений, чувства ответственности и способности творчески выражать себя в будущей профессиональной деятельности.

Ключевые слова: образовательные технологии, творческие модули, интеграция компетенций.

В настоящее время в сфере инженерного образования идет поиск эффективных моделей: наставничество [1], модульная система [2], система «перевернутого» обучения [3], системы виртуальной реальности и мультимедийные технологии и др. [4–6]. Взаимодействие с выпускниками, работодателями и студентами показывает, что известные модели обучения сосредотачивались в основном на технической стороне проблемы повышения эффективности обучения. Однако нежелание современной молодежи выйти из зоны комфорта прежней жизни, необходимость совмещения работы и учебы зачастую сводят на нет все усилия кураторов, наставников и преподавателей в деле формирования квалифицированного выпускника вуза. Интересы и цели развивающейся личности становятся сегодня важными для адаптации выпускников вузов к самостоятельному строительству своей судьбы [7].

Проблема этики отношений студентов в процессе их обучения обусловлена обострившимся социально-экономическим кризисом отдельной личности. Выпускник вуза оказывается в поиске возможностей приложения своих знаний в обществе, где требуются люди с опытом работы, знающие достижения науки и техники, обладающие умениями, знаниями и навыками в области цифровых технологий. Выпускнику необходимы надпредметные навыки общения для ориентира – как «строить самого себя», совершать профессиональный и духовный рост, принимать ответственные решения. Надпредметные навыки приобретаются в основном в процессе этических отношений и развитии коммуникабельности студентов, взаимодействия с преподавателями, сотрудниками или выпускниками. Пока количество исследований, посвященных вопросам этического и нравственного развития будущего технического специалиста, незначительно и требует переосмысления. Таким образом, проблема этических отношений в процессе профессионального роста студентов является актуальной.

Цель данного исследования состоит в обосновании путей и способов профессионально-нравственного развития студентов в процессе обучения в вузе. Объектом исследования выступает процесс нравственного развития студентов в рамках их профессионального образования в институте радиоэлектронной техники (ИРЭТ) при ТУСУРе. Первоначально исследовался морально-нравственный уровень студентов, по которому определялись оптимальные пути интеграции этики и профессионализма для каждой категории студентов: методический, воспитательный, диалоговый.

На первом этапе проводилась апробация прогрессивной на сегодняшний день наставнической профессиональной модели [1] совместно с пятиуровневой моделью морально-нравственных уровней [7]. Студенты первого уровня малоинициативны. Они приходят на занятия и пытаются заниматься посторонними делами, а в жизни решают в основном демографические проблемы.

Люди второго уровня обеспечивают функционирование сфер общественной жизни. Это студенты с практическими взглядами на жизнь.

Молодежь третьего уровня представляется как человек-игрок с разнонаправленным вектором интересов (учится и работает пока интересно). Студенты этого уровня – это «люди-двигатели». Они работают «под присмотром», пока в них «закачивают энергию». Поэтому педагогу вуза нужно ориентироваться в новейших достижениях науки и техники. Иногда для достижения результата (например, сдачи экзамена) эта категория использует прием – победа любой ценой, даже с потерей морально-этических качеств.

Четвертый уровень характеризуется межличностными отношениями. Третий и четвертый уровень в основном заполняют производство.

Пятый уровень – это студент со своим мировоззрением, суждениями и собственной позицией в окружающем мире. Такие студенты хорошо учатся. После освоения более 70% дисциплины они могут входить в режим «генерации идей». Это «люди-генераторы», но это «коты», которые идут куда захочется и куда задумается. После вуза они в основном идут в бизнес или в аспирантуру. Эти люди готовы работать за идею бесплатно хоть день и ночь.

Апробация модели интеграции осуществлялась в процессе семинаров при взаимопроверках фрагментов творческих модулей в курсовом проектировании, на лабораторном практикуме, в процессе семинаров на предметных конференциях. Обсуждаемые дидактические единицы ориентированы на всероссийские конкурсы выпускных работ.

Диалоговые технологии – это обмен мнениями, который стимулирует к самосовершенствованию и переосмыслению своих представлений об образе молодого специалиста. Критика предполагает терпимость к инакомыслию и не принимается без слова «предлагаю». Диалоговые технологии ставят перед студентом вопросы: что нового и оригинального в Вашей работе? Кто Ты по окончании вуза? Что конкретно Ты сделал для реализации своей цели?

В итоге при взаимопроверках творческих модулей переходы студентов на личности сменились благородными пожеланиями, возросла коммуникабельность между студентами, студенты перестали увлекаться гаджетами на занятиях, увеличилось время на выполнение творческих заданий и фотосессий на фоне оборудования. Диалоговые технологии показывают студентам, что от добра нет противоядия.

Отзывы выпускников демонстрируют, что многие из них (бывшие пофигисты) коренным образом изменили свое отношение к вопросу о смысле жизни, оценке своего поведения и благодарны коллективу ИРЭТ за приобретенный практический опыт в направлении морально-этических и профессиональных качеств, что позволило им построить траекторию развития личности и модели желаемых результатов. Хотя известно, что характер и поведение людей со временем меняются только и только при изменении среды или условий существования.

По отзывам студентов, грамотный инженер – это не только расчеты, это практический образовательный комплекс знаний, который охватывает ключевые аспекты проектирования, монтажа, обслуживания оборудования. Это материалы, инструменты, технологии, а главное, взаимоотношения с людьми.

По отзывам преподавателей, интеграция технической и нравственной модели обучения – это новость, но все решает дисциплина. Студенты знают, что их жалеют, не отчислят – и вот результат: много неуспевающих.

Частое цитирование студентами фрагментов международного кодекса чести инженера дисциплинирует студентов. Критерий «самообучаться» призывает к посещению библиотек, которых множество как в вузах города, так и в академическом городке СО РАН.

Интеграционная модель укрепляет взаимодействие студентов по вопросам ликвидации отставания в учебе. Обсуждение конкурсных выпускных работ из других вузов позволяет студентам «взвесить» себя и показать, что они не хуже других. Это свидетельствует, что в вузе необходимо развивать не только профессиональные, но и моральные качества будущих специалистов, чтобы они могли активно участвовать в деятельности, основанной на ценностях.

Научная новизна и практическая значимость данного исследования заключаются в том, что оно обращает внимание на важность нравственного развития студента как ключевого аспекта формирования личности будущего специалиста. Также в исследовании рассматривается потенциал творческих заданий в технических дисциплинах для духовного развития будущих инженеров.

Установлены стадии профессионального роста студента: заинтересованность в работе наставника; копирование отдельных действий наставника; окончание дела, начатого наставником; самостоятельная работа на оборудовании; профилактики, сервисные работы; описание проведенных исследований (выход на публикации).

Установлены следующие стадии подъема морально-этических качеств:

- ✓ соблюдение дисциплины (не опаздывать, не пропускать занятия);
- ✓ соблюдение международного кодекса чести инженера: самообучаться, развивать коммуникабельность, не сквернословить.

Студентов полезно знакомить с образцами и шаблонами конкурсных работ, содержащими в себе как профессиональные модули (актуальность, цель, метод решения, моделирование, эксперимент, погрешность, практическая реализация и др.), так и основные понятия по этике отчетности студента (отсутствие жаргона, сленга, нелитературных выражений и терминов, копирования из учебников, вставку текста картинками, отсутствие ссылок). Важно создавать условия для выработки потребности у студентов к морально-нравственному и профессиональному самосовершенствованию. При обсуждении творческих модулей каждому дается возможность выступить с рецензией и пожеланиями по любой из работ.

Выявленные проблемы и педагогические выводы для практики

На начало исследования лишь небольшое количество студентов демонстрировали потребности как идеалы, к которым они стремятся в своей будущей карьере. У некоторых студентов были фрагментарные представления о программе саморазвития. Студенты проявляли активность в профессиональной деятельности, но творческие аспекты саморазвития не были ярко выражены.

Выпускник вуза не всегда виноват в своих ошибках. Чаще всего проблема кроется в условиях, в которых ему приходится учиться.

Проведенная работа показала, что результаты исследования необходимо внедрять в практику работы вуза. В будущем необходимо более глубоко изучить

вопрос учета национально-региональных ценностей в содержании профессионально-нравственного образования.

Литература

1. Академия наставников [Электронный ресурс]. URL: https://academy.sk.ru/about-us (дата обращения: 07.10.2025).

2. Создание проектно-деятельностной образовательной среды для инновационной подготовки будущих инженеров / Н.И. Наумкин [и др.] // Интеграция образования. 2024. Т. 28, № 2. URL: https://edumag.mrsu.ru/content/pdf/24-2/02.pdf (дата обращения: 22.09.2025).

3. 15 Innovative Teaching Methods with Examples to Spark Learning in 2025. URL: https://ahaslides.com/blog/15-innovative-teaching-methods/ (accessed: 20.10.2025).

4. Современные инновационные образовательные технологии / С.С. Демцура [и др.] // Балтийский гуманитарный журнал. 2020. Т. 9, № 4(33). С. 57–61.

5. Orlikov L.N. Scientific and methodological problems of involving university students in research activities and ways to solve them // Science. Education. Practice : Proceedings of the International Science Conference. 2025. P. 33–41.

6. Шеняк Л.Г. Духовное развитие студентов в процессе изучения педагогических дисциплин : дис. … канд. пед. наук. Ростов н/Д, 2000. 215 с.

7. Васильев Д.В. Пятиуровневая система духовно-нравственных ценностей как инновационная модель для обеспечения благополучия и устойчивого развития российского общества // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2014. № 3. С. 23–26.

Орликов Леонид Николаевич
Д-р техн. наук, доцент, профессор каф. электронных приборов 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

L.N. Orlikov

Integration of Professional and Ethical Competencies: a Look into the Future of a Student

The model of integrating professional and ethical competencies into educational process components is considered. It is implemented with interactive technologies that include mutual verification of technical and creative modules. The International Code of Engineering Ethics is also taken into account. Such integration is seen as a way to develop students' motivation, values, beliefs, a sense of responsibility, and ability for creative realization in their future professional activities.

Keywords: educational technologies, creative modules, and competence integration.

References

1. Akademiya nastavnikov. (in Russ.). Available at: https://academy.sk.ru/about-us (accessed: 7 October 2025).

2. Naumkin N. I., Glushko D. E., Kupryashkin V.F, Abushaeva Z.A. [Creation of a project-based educational environment for innovative training of future engineers]. Integracija Obrasovanija, 2024, vol. 28, no. 2. (in Russ.). Available at: https://edumag.mrsu.ru/content/pdf/24-2/02.pdf (accessed: 7 September 2025).

3. 15 Innovative Teaching Methods with Examples to Spark Learning in 2025. (in Russ.). Available at: https://ahaslides.com/blog/15-innovative-teaching-methods/ (accessed: 20 October 2025).

4. Demcura S. S., Pluzhnicova I.I., Gordeeva D. S., et al. [Modern innovative educational technologies]. Baltic Humanitarian Journal, 2020, vol. 9, no 4 (33), pp. 57 – 61 (in Russ.).

5. Orlikov L.N. Scientific and methodological problems of involving university students in research activities and ways to solve them. Science. Education. Practice. Proceedings of the International Science Conference, 2025, pp. 33-41.

6. Shenyak L.G. Duxovnoe razvitie studentov v processe izucheniya pedagogicheskix discipline. Diss. kand. nauk. [Spiritual development of students in the process of studying pedagogical disciplines. Cand. Diss.]. Rostov-on-Don, 2000. 215 p. (in Russ.).

7. Vasiliev D.V. [A five-level system of spiritual and moral values as an innovative model for ensuring the well-being and sustainable development of Russian society]. Humanities, Socio-economic and Social Sciences, 2014. no. 3, pp. 23-26 (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 pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-4271-252X
Phone: +7 (382-2) 41-38-87
Email: Oln4@yandex.ru

УДК 378.14.014.13

Е.В. Рогожников, В.Ю. Цибульникова, А.М. Коновалова

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ «ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ»

Стратегический совет ТУСУРа утвердил ключевые направления развития университета до 2030 года, одним из которых являются системы связи нового поколения. Реализация магистерской программы по данному направлению позволит удовлетворить кадровые потребности научных лабораторий ТУСУРа, а также станет платформой для взаимодействия с ведущими предприятиями отрасли.

Ключевые слова: магистерская программа, инфокоммуникационные технологии, проектная деятельность, системы связи.

Назначение программы

Цель программы – подготовка высококвалифицированных специалистов для разработки систем связи нового поколения (5G/6G) и космических систем связи [1, 2].

Задачи программы – формирование у обучающихся компетенций в области проектирования физического уровня и разработки алгоритмов для широкого спектра применений: связь с БПЛА, широкополосные спутниковые системы и системы интернета вещей (IoT); практическая подготовка на основе реальных проектов от индустриальных партнеров с привлечением ведущих экспертов в области программирования ПЛИС и процессорных систем; обеспечение учебного процесса с использованием специализированного сложного оборудования для закрепления практических навыков разработки.

Уникальность программы обеспечивается стратегическим партнерством с Университетом Решетнева (СибГУ), которое позволяет интегрировать в образовательный процесс уникальные компетенции в области космической связи. В результате выпускники будут способны создавать перспективные алгоритмы и программное обеспечение для систем связи будущего.

Основополагающий концепт

Ключевые принципы программы – командная работа, субъектность студента, практикоориентированность (все студенты обучаются в проектной деятельности).

Основой обучения является проектная деятельность, нацеленная на решение реальных задач и достижение конкретного продуктивного результата. В процессе выполнения проекта формируется команда разработчиков, где студенты развивают навыки коммуникации и коллективной работы. Теоретические знания и практические навыки по предметной области осваиваются и применяются непосредственно в рамках работы над проектом. Важной составляющей являются стажировки в ведущих компаниях-разработчиках систем связи, обеспечивающие непосредственное знакомство с отраслевой практикой. Студент выступает активным участником образовательного процесса, сознательно выбирая индивидуальную траекторию развития и формируя осмысленный запрос на необходимые знания и компетенции [3].

Содержательная структура программы

Учебный план магистерской программы построен по модульному принципу и охватывает четыре семестра, сочетая проектную деятельность с постепенным освоением профессиональных компетенций. В первом семестре студенты погружаются в основы проектно-ориентированного программирования, что позволяет им осуществить профессиональное самоопределение, при этом параллельно закладывается фундамент общих тематических знаний в ключевых областях. Второй семестр посвящен изучению специализированных модулей, в том числе программированию ПЛИС, процессорным системам и исследовательской деятельности, при этом работа над проектом продолжается, а по итогам проводится защита, после которой сохраняется возможность скорректировать свою траекторию, сменив проект или роль в данном проекте. Третий семестр также охватывает изучение специализированных модулей, но в меньшем объеме, большую часть времени обучающиеся занимаются работой над проектом, одновременно подготавливаясь к выпускной квалификационной работе, которая базируется на материалах проекта. Завершающий, четвертый семестр отведен под финальную стадию работы над проектом, его итоговую защиту и подготовку к защите ВКР, что подводит итог всего двухгодичного цикла обучения, нацеленного на подготовку высококвалифицированного и опытного специалиста.

Образовательные методологии и технологии

В основу образовательного процесса заложены как традиционные форматы – практические и лабораторные работы, семинары, так и специализированные: хакатоны, соревнования и проектная деятельность. Именно специализированные технологии направлены на формирование таких компетенций, как работа в команде, выявление перспективных направлений исследований.

Центральным элементом программы является проектная деятельность, которая не только способствует освоению навыков командной работы, но и позволяет подготовить слаженные группы специалистов, готовых к решению амбициозных задач. Кроме того, проекты обеспечивают интеграцию программы с научно-исследовательской и производственной повесткой партнёров [4]. Все проекты, выполняемые в рамках программы, должны соответствовать трём ключевым критериям: научная новизна, наличие продуктового результата, рыночная востребованность результата.

Схема организации проектной деятельности представлена на рисунке 1.

Рисунок 1 – Схема организации проектной деятельности

Схема представляет собой поэтапный процесс формирования и реализации проектных команд в рамках образовательной программы. Процесс состоит из пяти последовательных этапов и регламентируется двумя группами требований.

1. Требования к проекту: срок реализации (2 года), наличие научной новизны, ориентированность на конкретный продуктовый результат, потенциал коммерциализации, адекватный уровень сложности для развития компетенций студентов. Также установлены количественные рамки: проект должен включать от 2 до 5 студенческих вакансий и иметь подтвержденный интерес заинтересованных сторон.

2. Требования к руководителю: руководитель проекта должен обладать тематическим заделом в области проекта и опытом управления проектными командами.

Процесс реализации проектной деятельности разделен на пять этапов.

Этап 1. Сбор заявок на проекты: это начальная стадия, на которой формируется пул потенциальных проектов.

Этап 2. Экспертиза заявок: проекты проходят строгий отбор, включающий оценку экспертов, возможную корректировку и обязательную публичную защиту. В результате формируется список одобренных проектов.

Этап 3. Ярмарка проектов: процесс, в ходе которого студенты выбирают проекты, а руководители – членов своих команд. Происходит окончательное распределение студентов по проектным командам.

Этап 4. Реализация проектов: основной этап, в течение которого команды работают над своими проектами.

Этап 5. Финальная стадия: подготовка отчета и защита. Не используйте аббревиатуры в названии или заголовках, если этого можно избежать.

Заключение

Образовательная модель демонстрирует высокую эффективность, интегрируя проектное обучение с запросами индустрии. Использование стажировок и современного оборудования позволяет целенаправленно формировать у студентов востребованные компетенции. Стратегическое партнерство с вузами и предприятиями обеспечивает подготовку кадров, готовых к решению сложных задач в области систем связи будущего.

Литература

1. Инженер-радиоэлектронщик в области радиотехники и телекоммуникаций : проф. стандарт № 06.048 (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 31.08.2021 № 600н). 2021. URL: https://classinform.ru/profstandarty/06.048-inzhener-radioelektronshchik-v-oblasti-radiotekhniki-i-telekommunikatcii.html.

2. Инфокоммуникационные технологии и системы связи: федер. гос. образ. стандарт высшего образования – магистратура 11.04.02. 2017. URL: https://fgosvo.ru/fgosvo/downloads?f=%2Fuploafiles%2FFGOS+VO+3%2B%2B%2FMag%2F110402_%25D0%259C_3_17062021.pdf&id=1442.

3. Нужина И.П., Егорова О.В. Трансформация технологии командного обучения в формате проектной деятельности // 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. 2. С. 36–42.

4. Каспржак А.Г., Калашников С.П. Конструирование образовательных программ прикладной магистратуры // Университетское управление: практика и анализ. 2016. № 102 (2). С. 14–25. DOI 10.15826/umj.2016.102.001.

Рогожников Евгений Васильевич
Канд. техн. наук, доцент, зав. каф. телекоммуникаций и основ радиотехники Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Пр-т Ленина, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7-923-441-40-95
Эл. почта: evgenii.v.rogozhnikov@tusur.ru

Цибульникова Валерия Юрьевна
Канд. экон. наук, доцент, зав. каф. экономики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Пр-т Ленина, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7-913-825-27-22
Эл. почта: valeriia.i.tsibulnikova@tusur.ru

Коновалова Анастасия Михайловна
Ст. преподаватель каф. телекоммуникаций и основ радиотехники Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Пр-т Ленина, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7-953-913-24-44
Эл почта: konovalovaam@tor.tusur.ru

E.V. Rogozhnikov, V.Y. Tsibul'nikova, A.M. Konovalova, N.G. Kalashnikova

Educational Model of Master Degree Program 'Information Communication Technologies and Communication Systems

The Strategic Council of TUSUR has approved the university's key development directions until 2030, one of which is connected with next-generation communication systems. The implementation of related Master Degree Program will address the staffing needs of TUSUR research laboratories and will also serve as a platform for collaboration with leading industry enterprises.

Keywords: master degree program, infocommunication technologies, project-based learning, communication systems.

References

1. Radio electronics engineer in the field of radio engineering and telecommunications: professional standard no. 06.048. (in Russ.). Available at: https://classinform.ru/profstandarty/06.048-inzhener-radioelektronshchik-v-oblasti-radiotekhniki-i-telekommunikatcii.html. (accessed: 18 November 2025).

2. Infocommunication technologies and communication systems: Federal State educational standard of Higher Education. Master Degree 11.04.02. (in Russ.). Available at: https://fgosvo.ru/fgosvo/down loads?f=%2Fuploafiles%2FFGOS+VO+3%2B%2B%2FMag%2F110402_%25D0%259C_3_17062021.pdf&id=1442 (accessed: 18 November 2025).

3. Nuzhina I.P, Egorova O.V. Transformaciya tekhnologii komandnogo obucheniya v formate proektnoj deyatel'nosti [Transformation of team learning technology in the project activity format]. Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti. Transformaciya obrazovaniya, nauki i proizvodstva – osnova tekhnologicheskogo proryva: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii [Modern education: integration of education, science, business and government. Transformation of education, science and production as the basis of a technological breakthrough. Proc. of the International Scientific and Methodological Conference], 2023, pp. 36 – 42 (in Russ.).

4. Kasprzhak A.G, Kalashnikov S.P. [Designing educational programs for applied Master degree]. University Management: Practice and Analysis, 2016, no. 102(2), pp. 14-25. DOI 10.15826/umj.2016.102.001.

Evgenii V. Rogozhnikov
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of Department of Telecommunications and Basic Principles of Radio Engineering, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7-923-441-40-95
Email: evgenii.v.rogozhnikov@tusur.ru

Valeriya Yu. Tsibul'nikova
Candidate of Economics, Associate Professor, Head of Department of Economics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7-913-825-27-22
Email: valeriia.i.tsibulnikova@tusur.ru

Anastasia M. Konovalova
Senior Lecturer, Department of Telecommunications and Basic Principles of Radio Engineering, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7-953-913-24-44
Email: konovalovaam@tor.tusur.ru

УДК 378.1

Г.Е. Уцын, Н.Ю. Гришаева

РОЛЬ И МЕСТО ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ В ВЫСШЕМ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Обсуждается внедрение новых методов преподавания, их связь с новыми технологиями в инженерии, а также последующие за этим изменения методик преподавания в инженерных вузах Российской Федерации, в том числе в рамках группового проектного обучения. Предлагаются новые методы в контексте современной инженерии и интерактивные методы взаимодействия. Предложено внедрение аддитивных технологий в образовательные программы университета.

Ключевые слова: высшее образование, методы преподавания, 3D-графика.

Дисциплина «Инженерная и компьютерная графика» тесно связана с предметом «Геометрия», который преподается в средних общеобразовательных учебных заведениях. Система ЕСКД (единая система конструкторской документации) изучается на протяжении всего периода обучения в системе высшего образования. Навыки, полученные при изучении дисциплины «Инженерная графика», затем используются при освоении ряда других дисциплин, таких как «Системы автоматизированного проектирования», «Прикладная механика» [1], а также при выполнении курсовых работ.

В последнее время наблюдается нехватка инженерно-технических кадров, конструкторов, проектировщиков, обладающих соответствующими навыками, владеющих современными актуальными технологиями. Для подготовки таких кадров необходимо использовать новые методы преподавания инженерных дисциплин. Нужно учитывать, что черчение не является обязательным предметом в школьной программе, а это усложняет освоение дисциплины в вузе [2].

Дисциплина «Инженерная и компьютерная графика» в системе высшего технического образования должна входить в ряд базовых дисциплин на всех специальностях, в учебном плане которых она предусмотрена. Полученные знания применяются при изучении других учебных дисциплин профессиональных модулей, а также во время практики студентов на 2-м курсе.

Развитие инженерной графики расширило способы получения графических изображений. Современные чертежные инструменты – это САПР Компас 3D. Данная САПР используется большинством российских компаний. Она позволяет выполнять как чертежи, так и трехмерные модели, которые в свою очередь могут быть использованы для трёхмерной печати, относящейся к аддитивным технологиям.

Ускорение различных общественных процессов заставляет быстрее менять цели и функции образования. Важно развивать современные технологии в первую очередь для студентов как будущих специалистов с актуальными знаниями. Особенностью внедряемых технологий и взаимодействия с ними образования является повышение мотивации и, как следствие, рост качества образования.

В основе изображений лежит использование 3D-аннотаций, ассоциативно связанных с геометрическим объектами этой модели, что дает реальную возможность сделать трехмерную модель основным документом и источником информации для изготовления и контроля изделия и отказаться от чертежа как обязательного документа. Кроме того, поступает немало запросов от студентов о включении таких технологий в процесс обучения, что соответствует современным запросам работодателей, которые в полной мере оценили цифровые технологии.

Вместе с тем важно учитывать опыт и других учебных заведений. Обмен опытом можно осуществлять на ежегодных онлайн-площадках, а также обсуждать при этом проблемы и задачи, что помогает найти их решение.

Трехмерная печать, или «аддитивное производство», – процесс создания цельных трехмерных объектов практически любой геометрической формы на основе цифровой модели. Трехмерная печать основана на экструдировании материала и последовательном создании объектов слой за слоем (последовательно наносимыми слоями, отображающими контуры модели).

Цифровые технологии и переход к новым методам в образовании – это применение современных технологий на практике уже на начальных стадиях обучения. Внедрение таких технологий невозможно без комплексной работы и капиталовложений. Изменения и трансформации требуются при этом во всех трех группах: ученики, преподаватели, администрация. Решение проблемы внедрения начинается с включения в рабочие программы трехмерной печати. Студенты должны иметь опыт работы с 3D-принтерами при выполнении своих лабораторных работ по компьютерной графике.

Инженерная графика служит связующим звеном между важнейшими дисциплинами, такими как геометрия, прикладная механика, схемотехника и др. Благодаря тому что стандарты, используемые в инженерной графике, являются международными, знания, полученные в ходе изучения дисциплины, должны быть на

уровне ведущих технических вузов мира. Для этого требуется соответствующее количество аудиторных занятий в диапазоне 72–144 часа. Такое количество времени оценено по рабочим программам ведущих вузов с аналогичными специальностями, а также по личному общению с преподавателями. Здесь нужно сделать важное замечание: в некоторых вузах предмет разделен на три части – начертательная геометрия, инженерная графика, компьютерная графика и преподается в трех семестрах последовательно. Тогда общее количество часов может достигать 214. Инженерная графика служит первой стадией подготовки объектов для трехмерной печати и, кроме того, презентационных выпускных квалификационных работ студентов. Сокращение аудиторных часов при формировании факультетов пагубно сказывается на дальнейшем образовательном процессе.

В итоге можно выделить несколько негативных проблем преподавания инженерной и компьютерной графики в вузе:

1) сокращение аудиторных часов;

2) исключение инженерной и компьютерной графики на некоторых специальностях;

3) устаревшие программы обучения.

Предложения:

1) приведение аудиторных часов в соответствие с потребностями учебного процесса (72–144 часа) и разнесением на два семестра;

2) пересмотр учебных программ;

3) приведение материальной базы в соответствие с реалиями 2025 года;

4) пересмотр учебного процесса в соответствии с потребностями современного образования под нужды аддитивных технологий и современного положения инженерии;

5) включение в групповое проектное обучение заданий на основе инженерной графики и трехмерной печати. Групповое проектное обучение может быть разным в зависимости от оборудования. К примеру, при наличии одного принтера для трехмерной печати это может быть работа для команды из четырёх человек, где формулируются четыре направления: настройка параметров печати, создание трехмерных цифровых моделей для печати, программное обеспечение для трехмерной печати, трехмерная печать компонентов радиоэлектроники. Конечно, от количества и разнообразия оборудования зависит и количество направлений для групповой проектной деятельности.

Все эти предложения вполне реализуемы и значительно повысят уровень квалификации выпускников ТУСУРа при относительно небольших материальных затратах.

Литература

1. Инженерная и компьютерная графика: учебник и практикум для среднего профессионального образования / под общ. ред. Р.Р. Анамовой, С.А. Леоновой, Н.В. Пшеничновой. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2025. 226 с.

2. Шихова О.Ф. Индивидуальные образовательные траектории самостоятельной инженерно-графической подготовки студентов в техническом вузе / О.Ф. Шихова, О.В. Жуйкова // Образование и наука. 2013. № 9 (108). С. 56–70.

Уцын Григорий Евгеньевич
Канд. физ.-мат. наук, доцент каф. механики и графики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID ID: 0000-0002-4205-570X
Тел.: +7 (3822) 41-34-78
Эл. почта: uge23@yandex.ru

Гришаева Наталия Юрьевна
Канд. физ.-мат. наук, доцент каф. механики и графики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID ID: 0000-0001-7781-4158
Тел.: +7 (3822) 41-34-78
Эл. почта: anohina@mail2000.ru

G.Ye. Utsyn, N.Yu. Grishaeva

Role and Place of Engineering and Computer Graphics in Higher Engineering Education

The implementation of new teaching methods and the connection with some new technologies in engineering, as well as the related changes in teaching methods in Russian engineering universities, as a part of the group project-oriented training are considered. New methods in the context of modern engineering and related interactive methods of cooperation are proposed. The introduction of additive technologies into the educational process of the university is presented.

Keywords: higher education, teaching methods, three-dimensional graphics.

References

1. Anamova R. R., Leonova S. A., et al. Inzhenernaya i komp'yuternaya grafika [Engineering and computer graphics]. Textbook and workshop for secondary vocational education. Moscow, Yurait Publ., 2025. 226 p. (in Russ.).

2. Shikhova O.F., et al. [Individual Educational Paths of Independent Engineering and Graphics Training for Students at a Technical University]. Education and Science, 2013, no. 9 (108), pp. 56-70 (in Russ.).

Grigory Ye. Utsyn
PhD in Physical and Mathematical Sciences, Assistant Professor, Department of Mechanics and Graphics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-4205-570X
Phone: +7 (382-2) 41-34-78
Email: uge23@yandex.ru

Natalia Yu. Grishaeva
PhD in Physical and Mathematical Sciences, Assistant Professor, Department of Mechanics and Graphics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0001-7781-4158
Phone: +7 (382-2) 41-34-78
Email: anohina@mail2000.ru

УДК 378.2

Н.А. Леонова

ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ФИЗИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Рассматривается проблема организации лабораторного практикума по физике в техническом вузе. Актуальность исследования обусловлена растущей потребностью промышленности в квалифицированных инженерах. В современном техническом вузе реализуются следующие формы проведения лабораторного практикума по физике: компьютерный, удалённого доступа и VR. В результате анализа были выявлены преимущества и недостатки каждого вида лабораторных установок. Также определена необходимость наличия сформулированных требований к современному лабораторному практикуму. Его содержание и формы проведения должны создавать условия для приобретения опыта работы с различным оборудованием.

Ключевые слова: лабораторный практикум, физический эксперимент, инженер, технические вузы, курс физики шаблон, компонент, форматирование, стиль, оформление в определённом стиле.

Обучение инженерному делу осуществляется на базе изучения дисциплин естественно-научного цикла, в основе которого находится физика. Курс физики не только вооружает будущих инженеров теоретическими знаниями, обучает решению как практических, так и экспериментальных задач, но и создаёт условия для развития профессиональных и личностных качеств. В курс физики включен важный модуль – лабораторный практикум по физике. Лабораторная работа – это самостоятельное исследование, выполняя которое студенты учатся выдвигать гипотезу, планировать эксперимент, собирать установку, проводить измерения, анализировать данные, определять погрешности и делать выводы. Знание приборов, навыки экспериментальной работы очень важны для инженеров. Физические приборы, используемые в лабораторных установках, создают условия для формирования мыслительных действий с образами технических объектов, что способствует развитию навыков конструирования и рационализации, то есть формирует техническое мышление у будущего инженера. Следует отметить, что в основе готовности выпускника технического вуза к самостоятельной профессиональной деятельности лежат знания и умения работы с оборудованием.

Практикум, состоящий из комплекса лабораторных работ, – традиционный элемент рабочей программы по дисциплине «Физика». При выполнении лабораторных работ физические законы «оживают». С развитием цифровых образовательных технологий и внедрением искусственного интеллекта лабораторные работы изменились. В технические вузы стали внедрять цифровые лаборатории, состоящие из датчиков для измерения и регистрации различных параметров, интерфейса для сбора данных и программного обеспечения, визуализирующего экспериментальные данные на экране. Один датчик используется для измерения разных величин [1, 2]; в компьютерных или виртуальных лабораторных работах используется компьютерное моделирование различных физических экспериментов. Студенты работают индивидуально на компьютере с программами, имитирующими реальные процессы. Результаты, полученные в ходе работы, обрабатываются либо вручную, либо с помощью специальных математических приложений [3–6]; лабораторный практикум с удаленным доступом управления – технологии, в которых интегрированы реальные приборы и информационные технологии [7]; лабораторные работы с применением VR-шлема, в них используются модели реальных процессов в виртуальном пространстве.

Все перечисленные ранее лабораторные установки имеют свои преимущества.

Лабораторные установки доступны в обслуживании и не требуют специальных помещений, они мобильны. Однако использование в учебном процессе только подобной формы проведения лабораторных работ негативно влияет на формирование профессиональных компетенций и приобретение опыта работы в реальных условиях.

В то же время при использовании только цифровых лабораторных работ отсутствует сборка электрической цепи или установки по деталям, юстировка оптических элементов, визуальное снятие показаний со стрелочного прибора, расчет погрешностей «вручную». Симуляторы и компьютерные модели работают по одному сценарию: включил, снял «правильные» измерения, в приложении получил «правильные» графические зависимости, сделал вывод о проделанной работе по шаблону.

Лабораторные работы с удаленным доступом работают по подобному сценарию, который обеспечивают технические сотрудники физической лаборатории. Студенты современного технического вуза, занимаясь в цифровой лаборатории, не знакомятся с физическим явлением или эффектом, положенным в основу измерений. Так, например, датчик температур в цифровой

физической лаборатории не знакомит будущих инженеров со спецификой измерения температуры. На экране датчика выводится преобразованный сигнал, а простейший термометр позволяет фиксировать изменение объёма жидкости при изменении температуры в условиях теплового равновесия между термометром и исследуемым объектом.

Для будущего инженера очень важно приобрести опыт работы с реальным оборудованием, а для этого в практикум необходимо включить лабораторные работы с элементами натурного эксперимента. К ним можно отнести такие исследования. как плавление образца, кипение воды. В подобном эксперименте изучают реальные объекты и в лабораторных условиях моделируют реальную ситуацию.

Важность натурного эксперимента еще и в том, что будущий инженер может приобрести реальный опыт, как «успешный», так и «неуспешный». Наличие у будущего инженера «неуспешного» опыта, полученного в процессе обучения, – необходимое условие формирования профессиональных компетенций и личностных качеств. «Неуспешный» опыт мы определяем как выполнение эксперимента, в котором отсутствует «правильный» результат. Именно этот опыт мы считаем важным, так как основными причинами техногенных катастроф являются ошибки в расчётах и обслуживании производственных комплексов.

Безопасность производства зависит от профессиональных знаний и опыта технического персонала. Для инженера важно знать, что делать в случае чрезвычайной ситуации: оценить ситуацию, принять решение, руководить персоналом. У него должен быть опыт такой работы. Цифровые лаборатории и компьютерные модели не смогут создать необходимые условия для получения такого опыта и помочь сформировать нужные профессиональные компетенции.

Выполнение лабораторной работы с элементами натурного эксперимента моделирует возможную профессиональную ситуацию. Подробнее остановимся на опыте автора физического практикума со студентами первого курса Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. При выполнении лабораторной работы «Исследование кипения воды» студенты могут разбить пробирку, использовать объём воды больше или меньше рекомендованного, нагреть выше рекомендованной температуры. Результатом подобных ошибок будет сформированное у студентов понимание важности соблюдения техники безопасности и выполнения инструкции.

Подобных примеров можно привести много. Каждый студент, проводя эксперимент, получает свой уникальный опыт и сам принимает решение о дальнейших своих действиях. «Неуспешный» опыт обусловлен ошибочными действиями студента при выполнении эксперимента, который можно систематизировать следующим образом: неправильные измерения – незнание измерительных приборов (штангенциркулей, микрометров, мультиметров и др.); неправильная сборка экспериментальной установки; несоблюдение техники безопасности; невыполнение временных условий; неаккуратная работа с полученными данными.

Следует отметить, что при выполнении подобных работ с использованием симуляторов студенты ошибок не допускали, так как весь алгоритм выполнения эксперимента запрограммирован, обучающийся является просто наблюдателем. После завершения обучения выпускники технических вузов придут на производство в реальные условия и у них не будет опыта работы с реальными приборами, то есть они не будут обладать необходимыми профессиональными компетенциями. Создание условий для приобретения реального опыта будущими инженерами является важнейшим фактором образовательного процесса в техническом вузе.

Однако в формировании как «успешного», так и «неуспешного» опыта велика роль преподавателя. Он вместе со студентом должен обсудить ошибки и порекомендовать решение. Не следует специально стимулировать «неверное» выполнение эксперимента обучающимися, все же цель лабораторного практикума – раскрытие сущности физических законов и формирование фундаментальных физических понятий.

Таким образом, организация лабораторного практикума в техническом вузе с элементами натурного эксперимента формирует следующие качества: в реальных условиях будущие инженеры приобретают опыт работы с реальным оборудованием; личностные качества, важным из которых является техническое мышление; профессиональные компетенции и умение работать в команде.

На наш взгляд, самое важное состоит в том, что студент получает разный опыт экспериментальной работы и формирует свою модель поведения. На занятиях, организованных подобным образом, можно создать условия (материальные и научно-методические) для проведения учебного инженерного эксперимента.

В программе лабораторного практикума должны присутствовать не только лабораторные установки с элементами натурного эксперимента, но и цифровые и виртуальные технологии, то есть, лабораторный практикум должен включать различные формы проведения эксперимента. Выполняя лабораторные работы по физике, будущие инженеры – студенты – должны в реальных условиях приобрести опыт: «успешный» и «неуспешный» при выполнении натурного эксперимента; с реальными приборами и компьютерными моделями; проведения натурного, а также цифрового эксперимента.

В итоге лабораторный практикум по физике для инженеров должен основываться на следующих методических положениях.

Цель данного лабораторного практикума – формирование навыков экспериментальной работы и получение опыта работы с различным оборудованием. Необходимо рассмотреть разные методики измерения физических величин. Например, необходимо показать, что для определения температуры используют еще и термометры, работающие на терморезистивном эффекте. Обработку результатов измерений производить не только с помощью инженерного калькулятора, но использовать специальные компьютерные приложения, а полученные результаты сравнить. Графические зависимости строить не только на бумаге, но и в цифровом формате. Выделить время на обсуждение техники безопасности при выполнении данной лабораторной работы: какие возможны нарушения и каковы будут последствия. Показать практическую значимость исследуемого физического явления в профессии инженера.

Следовательно, лабораторный практикум по физике в техническом вузе должен включать приборный семинар, исследование физических закономерностей с использованием реальных приборов и знакомить с цифровыми технологиями. Его содержание и формы проведения обязаны создавать условия для приобретения опыта работы с различным оборудованием. Начинать лабораторный практикум необходимо с лабораторных установок, собранных вручную, с элементами натурного эксперимента, чтобы понять принцип измерения физических величин, построить график, оценить погрешности. На завершающем этапе использовать цифровые датчики для точного построения графика и подробного анализа.

Литература

1. Потапова М.В., Кочергина Н.В., Герасимова Э.О. Основные подходы к проведению лабораторного практикума по общей физике в техническом вузе // Мир науки, культуры, образования. 2022. № 4 (95). С. 146–150.

2. Гасанова О.М., Адгезалов Х.А., Гусейнов Д.И. Рекомендации по выполнению компьютерных работ // Инновационный потенциал развития науки в современном мире: технологии, инновации, достижения : сб. науч. ст. по материалам XV Междунар. науч.-практ. конф. Уфа, 2024. С. 391–394.

3. Медведева Ж.В. Осуществление рубежного контроля знаний по итогам цикла лабораторных работ по дисциплине «Физика» с использованием компьютерного тестирования // Преподаватель XXI век. 2013. № 1-1. С. 87–93.

4. Стригин Е.Ю. Лабораторный практикум с удаленным доступом как средство нового уровня сетевых компьютерных технологий обучения физике // Вестн. Ставропольского гос. ун-та. 2009. № 2. С. 181–186.

5. Шиманская Г.С. Оптимизация оформления отчетов по лабораторным работам по курсу «Общая физика» с помощью электронных средств // Научное мнение 2022 № 6. С. 97–105.

6. Фомичева Е.Е. Виртуальные лабораторные работы в дистанционном обучении физике // Мир науки, культуры, образования. 2022. № 1. (92) С. 64–69.

7. Физика. Механика. Практикум : учеб. пособие / Е.Н. Боборыкина [и др.]. СПб.: Политех-пресс, 2023. 94 с. DOI 11.18720/SPBPU/2/i23-14

Леонова Наталья Алексеевна
Канд. пед. наук, доцент каф. физики и технической химии, доцент Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого
ORCID: 0000-0003-2997-0214
Тел.: +7-921-448-52-02 (для сот. тел.)
Эл. почта: n_leonova_72@mail.ru

N.A. Leonova

Technology of Organizing the Laboratory Workshop in Physics at a Technical University

The problem of organizing laboratory practice in physics at a technical university is presented. The relevance of the study is due to the growing need of the industry for qualified engineers. In a modern technical university, the following forms of conducting a laboratory practice in physics are implemented: computer-based, remote access and VR. The advantages and disadvantages of each type of laboratory equipment are identified. That the requirements for modern laboratory practice should be formulated is determined. Its content and forms of implementation should create conditions for acquiring experience in working with various equipment.

Keywords: template, component, formatting, style, correct way to use the styles.

References

1. Potapova M. V., Kochergina N. V., Gerasimova E`. O. [Implementation of a milestone test of knowledge based on the results of a cycle of laboratory work in the discipline of physics using computer], World of Science, Culture and Education, 2022, no. 4 (95), pp. 146-150 (in Russ.).

2. Gasanova O. M., Adgezalov X.A., Gusejnov D. I. [Recommendations for computer works]. The innovative potential of science development in the modern world: technologies, innovations, achievements. Collection of scientific articles based on the materials of the XV International Scientific and Practical Conference, 2024, pp. 391–394 (in Russ.)

3. Medvedeva Zh.V. [Implementation of a milestone test of knowledge based on the results of a cycle of laboratory work in the discipline of physics using computer testing]. Teacher of the XXI century, 2013, no. 1-1, pp. 87-93 (in Russ.)

4. Strigin E. Yu. [Laboratory practice with remote access as a means of a new level of network computer technologies for teaching physics]. Vestnik Stavropol`skogo gosudarstvennogo universiteta, 2009, no. 2, pp. 181–186 (in Russ.).

5. Shimanskaya G.S. [Optimization of laboratory reports for the General Physics course using electronic tools], Scientific Opinion, 2022, no. 6, pp. 97-105 (in Russ.).

6. Fomicheva E. E. [Virtual Laboratories in Distance Learning Physics]. World of Science, Culture and Education, 2022, no. 1(92), pp. 64-69 (in Russ.).

7. Venevcev I.D., Vorob`yova T. V., et al. Fizika. Mexanika: praktikum: uchebnoe posobie [Physics. Mechanics: a practical

course]. Saint Petersburg, POLITEX-PRESS Publ., 2023. (in Russ.). DOI: 10.18720/SPBPU/2/i23-14.

Natalia I. Leonova
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Physics and Technical Chemistry, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
29 B, Polytechnicheskaya st., St. Petersburg, Russia, 195251
ORCID: 0000-0003-2997-0214
Phone: +7-913-312-34-56
Email: n_leonova_72@mail.ru

УДК 621.38, 378.1

С.Г. Михальченко

НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ИМПУЛЬСНО-МОДУЛЯЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ УПРАВЛЕНИЯ

Описывается работа с предприятиями-партнерами по выработке профессиональных требований к выпускникам, разработка оценочных материалов для курса «Нелинейная динамика полупроводниковых преобразователей» и внедрение их в рабочие программы и электронный курс. Дается оценка предварительным результатам апробации курса в части подготовки и оформления совместно с магистрантами наработанных ими материалов в виде научных статей и докладов на конференциях.

Ключевые слова: нелинейная динамика, импульсно-модуляционные системы, преобразователь энергии, бифуркационный анализ, методика обучения, электроника и наноэлектроника.

Введение

В данной статье описывается опыт преподавателей кафедры промышленной электроники ТУСУРа по работе с предприятиями-партнерами с целью выработки профессиональных требований к выпускникам – магистрантам направления 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, а также внедрение этих требований в дисциплину «Нелинейная динамика полупроводниковых преобразователей», читаемую в третьем семестре магистратуры [1, 2].

Требования предприятий-партнеров предлагается сформулировать в виде разработанных оценочных материалов для курса «Нелинейная динамика полупроводниковых преобразователей» и внедрение их в рабочую программу курса для образовательной программы направления 11.04.04 Электроника и наноэлектроника. Помимо рабочей программы, разработанные требования найдут свое отражение в учебно-методическом пособии по модернизируемой дисциплине, при создании электронного курса, используемого в формате «обучение с веб-поддержкой».

Электронный курс будет включать следующие методические элементы: учебные материалы и литературные источники, предназначающиеся для очной контактной работы с магистрантами; видеоматериалы онлайн-видеоконференций, позволяющие обеспечить дистанционную контактную работу с магистрантами и их самостоятельную подготовку; индивидуальные задания для самостоятельной работы магистрантов, самотестирования и контроля успеваемости; тесты, инструменты проверки отчетов по индивидуальным заданиям – как элементы автоматизированной проверки качества обучения; инструменты контроля публикационной активности магистрантов, выражающиеся в перечне публикаций, выступлениях на конференциях, правовой защите результатов интеллектуальной деятельности.

По результатам работы проведено формирование банка индивидуальных заданий для модернизируемой дисциплины и заданий на следующую за ней технологическую преддипломную практику на предприятиях, согласование тем выпускных квалификационных работ – магистерских диссертаций, выполняемых в интересах промышленных предприятий.

В настоящее время ведется апробация изменений, внесенных с дисциплину, подготовка и оформление совместно с магистрантами наработанных ими материалов в виде научных статей и докладов на научных конференциях, публикация статей и докладов.

Необходимо отметить, что описанная деятельность ведется по государственному контракту ГСГК-142/25, выполняемому в рамках конкурса Фонда Потанина «Грантовый конкурс для преподавателей магистратуры 2025» [3].

Формулировка проблемной ситуации

Модернизируемая учебная дисциплина «Нелинейная динамика полупроводниковых преобразователей» является стержневой при подготовке на кафедре промышленной электроники ТУСУРа магистрантов направления 11.04.04. Получаемые в ней компетенции завершают комплекс знаний, умений и навыков выпускника и естественным образом формируют тематику преддипломной практики и магистерских диссертаций.

Проблемная ситуация порождается тем фактом, что все замкнутые электронные системы с импульсным управлением, изучаемые магистрантами, обладают свойствами нелинейности динамики рабочих режимов [4–6] и в некоторых случаях даже хаотизации [7, 8].

Ввиду существенной нелинейности математической модели импульсных преобразователей энергии, определяемой жесткостью системы дифференциальных уравнений, наличием разрывных функций в правой части СДУ и т.п., динамика сигнала преобразователей энергии с импульсно-модуляционными системами управления (ПЭ с ИМСУ) подвержена непредсказуемым на настоящий момент переходам в стохастические режимы функционирования, имеет множество устой-

чивых и неустойчивых решений в одной и той же окрестности пространства параметров.

Перенапряжение полупроводниковых и реактивных элементов такого рода устройств описывается упругостью оболочки областей пространства параметров, определяемых глобальными нелинейностями типа «насыщение», а рост стохастичности поведения вектора переменных состояния до величины упругости границ влечет перенапряжение элементов ПЭ с ИМСУ и выход его из строя, что для энергонасыщенных процессов чревато техногенными катастрофами.

Таким образом, современный инженер-электронщик должен уметь видеть динамику системы целиком, в том числе и её нелинейные, аномальные и хаотические режимы работы. Он должен знать методы, позволяющие обнаружить такого рода динамику, выделить области пространства параметров, содержащие аномальные и стохастические движения, определить сценарии переходов между этими областями. Электронщику необходимо знать факторы, влияющие на динамику такого рода, и инструменты, позволяющие её устранять или избегать в зоне рабочей области параметров ПЭ с ИМСУ.

Фундаментальный математический подход к анализу динамики полупроводниковых преобразователей энергии с импульсно-модуляционным управлением, предлагаемый в данной дисциплине, позволит магистрантам глубже понять суть бифуркационных явлений с точки зрения классической теории устойчивости. Это повысит уровень проникновения магистрантов в сущность процессов, происходящих в динамике преобразователей энергии, и раскроет математические признаки изменения режимов работы этих приборов при вариации параметров схемы.

Практические результаты модернизации образовательного продукта направлены на выработку у обучающихся компетенций по разработке, созданию, настройке и испытаниям ПЭ с ИМСУ при ясном понимании процессов качественного изменения переменных состояния системы. Такая деятельность ждет выпускника на предприятиях отрасли.

Создаваемая на предприятиях – стратегических партнерах ТУСУРа продукция обеспечивается в первую очередь уровнем фундаментальных знаний их сотрудников высшей квалификации – магистров. Ближайшие практические задачи, которые ставятся перед нашими выпускниками на предприятиях, – это создание для блоков энергообеспечения аэрокосмических аппаратов и их подсистем полностью цифровой отечественной системы управления, снижение до предельных величин их массогабаритных показателей и наивысшей гарантированной надежности в течение всего срока эксплуатации аппарата. Выработке этих характеристик и посвящена модернизируемая дисциплина.

Проблема в том, что компетенции, получаемые выпускниками вузов бакалавриата и некоторых направлений магистратуры для 11-й, 12-й и 13-й групп УГНС, ограничиваются «линейным взглядом» на ПЭ с ИМСУ, т.е. знаниями в рамках дисциплины «Теория автоматического управления». Такие выпускники считают, что выходной сигнал замкнутой системы управления преобразователем имеет единственный вид (что не так), для анализа которого достаточно системы автоматизированного проектирования (САПР) электронных схем, а анализ устойчивости полученного сигнала исчерпывается критериями Гурвица, Михайлова и Найквиста.

Описанная ситуация не устраивает представителей промышленных предприятий в области электроники, так как приходящий на завод специалист должен уметь обнаруживать неочевидные виды сигналов, уметь их исследовать, понимать и, при необходимости, использовать либо избегать. Поэтому важны исследования, посвященные анализу устойчивости и топологии поведения интегральной кривой (динамического режима) системы, проходящей через окрестность исследуемой точки фазового пространства, соответствующей области номинального режима работы ПЭ с ИМСУ. Важно вырабатывать у выпускников «нелинейный взгляд» на динамику устройства.

Необходимость редизайна указанной дисциплины обусловлена снижением общего уровня математических знаний среди обучающихся, потребностью более детального изучения теории устойчивости и теории нелинейных колебаний (прилагаемых к импульсным системам управления полупроводниковыми преобразователями энергии).

Образовательный продукт имеет ценность для инженеров-разработчиков новой элементной базы, микропроцессорных систем управления, систем энергообеспечения автономных аппаратов, средств аэрокосмической техники, систем преобразования энергии, работающих на предприятиях радиоэлектронной и аэрокосмической отраслей.

Аналогичные дисциплины в других университетах

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» имеет в ОПОП 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль «Цифровой электропривод и преобразовательная техника» рабочую программу *Теория оптимальных и адаптивных систем автоматического управления*, читаемую проф. Г.А. Беловым [9].

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (г. Курск) в ОПОП 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (Элементы и устройства вычислительной техники и информационных систем) содержит РПД *Математическое моделирование нелинейных систем*, читаемую проф. Ж.Т. Жусубалиевым [10], им же ведется работа с магистрантами в Международной научной лаборатории динамики негладких систем (International Research Laboratory for Dynamics of Non-Smooth Systems) [11].

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» – в ОПОП Промышленная электроника и микропроцессорная техника читается дисциплина *Динамика полупроводниковых преобразователей электроэнергии* проф. А.И. Андрияновым [12].

Работа с предприятиями-партнерами

В рамках выполнения программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» ТУСУР реализует такие стратегические проекты, как «Микроэлектроника и системы связи нового поколения» и «Науки о космосе и инжиниринг». Магистранты направления 11.04.04 Электроника и наноэлектроника – основная движущая сила этих проектов в областях научно-исследовательской деятельности, инноваций и коммерциализации разработок, в образовательной деятельности и кадровом резерве вуза.

Предприятия-партнеры (АО «РЕШЕТНЕВ», АО «НПЦ «Полюс», ООО «ЛЭМЗ-Т», ООО НПП ТЭК, ООО «НПК ТЭТА» и др.) при тесном взаимодействии с преподавателями ТУСУРа выработали на основании ОПОП, своих производственных стандартов и кадровых требований подробный перечень компетенций (знаний, умений и навыков) к магистрам-выпускникам.

На основании этого перечня модернизированы ОПОП кафедры и проведена реновация дисциплины «Нелинейная динамика полупроводниковых преобразователей».

Предварительные результаты

Деятельность по модернизации дисциплины еще не завершена, однако уже имеется возможность оценить предварительные результаты ее выполнения. Магистранты, прошедшие данный курс, приняли участие в XXI Международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления», посвященной 80-летию радиотехнического образования за Уралом; во Всероссийском фестивале НАУКА 0+, в рамках Всероссийской выставки научных достижений молодых ученых «РОСТ.up - 2025»; в XIV Региональной научно-практической конференции «Наука и практика: проектная деятельность – от идеи до внедрения – 2025». Приведу список магистрантов, принявших участие в конференциях с докладами: А.П. Мизрахиль, М.М. Поддубный, В.В. Рябцев, В.М. Стяжков и И.И. Тимофеев.

Параллельно с выполнением НИР магистранты группы (порядка 70-80 %) трудоустроены на предприятия региона, НИИ и ПИШ ТУСУРа, на кафедру промышленной электроники ТУСУРа.

Представители предприятий-партнеров активно участвуют в создании и модернизации курса, предлагают тематику индивидуальных проектов для модернизируемого курса и будущей НКР магистрантов, настойчиво приглашают их к себе на работу, увеличился состав предприятий-партнеров ТУСУРа.

Ознакомившись с программой данного курса, подключиться к ней пожелали представители НПЦ БАС г. Томска, пригласив на работу бакалавров направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, с условием их дальнейшего поступления в нашу магистратуру.

Магистранты Поддубный М.М., Белоцерковский В.В. трудоустроены в НИИ космических технологий ТУСУРа, где воплощают свои проекты в виде макетов источников электроснабжения малых космических аппаратов, магистрант Лысак А.А. трудоустроен на кафедре промышленной электроники ТУСУРа ассистентом, двое магистрантов прошлого года обучения, освоившие данный курс в 2024/25 учебном году (Зелинский И. и Коновалов А.), поступили в аспирантуру и пришли работать на кафедру, продолжая свои исследования в рамках аспирантуры.

Заключение

Обновление учебного курса позволит выпускать более высококвалифицированных специалистов в области электроники, разрабатывающих современные электронные системы для различных отраслей промышленности. Эти специалисты будут играть ключевую роль в развитии экономики России, повышать ее технологический суверенитет и конкурентоспособность на мировой арене.

Тематика обновляемого курса позволяет проникнуть в суть энергетических процессов, протекающих в полупроводниковых структурах, управляемых импульсным образом, понимание этих явлений неминуемо приведет к созданию новых технологий, решений, научных открытий.

Внедрение новых знаний и технологий в области преобразования энергии и импульсных систем управления поможет стимулировать рост наукоемких отраслей, что приведет к развитию этих секторов экономики и созданию новых рабочих мест. Это благоприятно скажется на развитии города Томска и Сибирского региона.

Практическая часть модернизируемого курса состоит в повышении надежности и устойчивости работы полупроводниковых преобразователей, которые играют ключевую роль в системах энергообеспечения технологических комплексов различного назначения и широкого диапазона мощностей. Высокая точность управления такими комплексами обеспечит снижение удельных затрат электроэнергии на выполнение производственных задач и уменьшение экологической нагрузки.

Литература

1. Михальченко С.Г., Семенов В.Д. Образовательная программа магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, специализация: Промышленная электроника и микропроцессорная техника, очная форма обучения, план набора 2024 г. 2024. URL: https://edu.tusur.ru/programs/1858 (дата обращения: 15.12.2025).

2. Михальченко С.Г. Нелинейная динамика полупроводниковых преобразователей: рабочая программа учеб-

ной дисциплины. 2024. URL: https://edu.tusur.ru/work_programs/80517 (дата обращения: 15.12.2025).

3. Фонд Потанина : офиц. сайт / Текущие конкурсы. URL: https://zayavka.fondpotanin.ru/ru/current (дата обращения: 15.12.2025).

4. Расчет и моделирование переходных процессов в резонансном преобразователе постоянного напряжения типа LLC / Г.А. Белов [и др.] // Электротехника. 2020. № 8. С. 23–30.

5. Столярова А.А., Михальченко С.Г., Апасов В.И. Математическая модель резонансного LLC-преобразователя // Доклады ТУСУР. 2020. Т. 23, № 3. С. 86–91.

6. Андриянов А.И. Алгоритм автоматического расчета бифуркационных значений параметров непосредственного понижающего преобразователя напряжения // Доклады ТУСУР. 2012. № 1, ч. 1. С. 162–170.

7. High-Feedback Operation of Power Electronic Converters / Z.T. Zhusubaliyev [et al.] // Electronics. 2013. N 2. P. 113–167.

8. Phase Synchronized Quasiperiodicity in Power Electronic Inverter Systems / Zh.T. Zhusubaliyev [et al.] // Physica D: Nonlinear Phenomena. 2014. Vol. 268. P. 14–24.

9. Белов Г.А. Теория оптимальных и адаптивных систем автоматического управления. рабочая программа дисциплины ОПОП 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Цифровой электропривод и преобразовательная техника // ФГБОУ ВО Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова. URL: https://www.chuvsu.ru/sveden/education/programs/cifrovoy-elektroprivod-i-preobrazovatelynaya-tehnika-13.04.02.html (дата обращения: 15.12.2025).

10. Жусубалиев Ж.Т. Математическое моделирование нелинейных систем. рабочая программа дисциплины ОПОП 09.04.01 Информатика и вычислительная техника. Элементы и устройства вычислительной техники и информационных систем // ФГБОУ ВО Юго-Западный государственный университет, г. Курск. URL: https://ee.swsu.ru/spec_2025.php?SPEC_SHIFR=%D0%98%D0%98%D0%BC (дата обращения: 15.12.2025).

11. Международная научная лаборатория динамики негладких систем (International Research Laboratory for Dynamics of Non-Smooth Systems) : офиц. сайт. URL: https://swsu.ru/structura/up/fivt/kvt/lab.php (дата обращения: 15.12.2025).

12. Андриянов А.И. Теория нелинейных САУ: рабочая программа дисциплины ОПОП Промышленная электроника и микропроцессорная техника // ФГБОУ ВО Брянский государственный технический университет : офиц. сайт. URL: https://www.tu-bryansk.ru/sveden/education/programs/promyshlennaya-elektronika-i-mikroprocessornaya-tehnika-11.04.04.html (дата обращения: 15.12.2025).

13. Нелинейная динамика полупроводниковых преобразователей: моногр. / А.В. Кобзев [и др.]. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. 224 с.

14. Михальченко Г.Я., Михальченко С.Г. Математические модели импульсных систем преобразования энергии: моногр. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2013. 160 с.

Михальченко Сергей Геннадьевич
Д-р техн. наук, проф. каф. промышленной электроники Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0002-0052-0298
Тел.: +7-913-826-09-07
Эл. почта: msg@ie.tusur.ru

S.G. Mikhalchenko

Nonlinear Dynamics of Semiconductor Converters with Pulse-Modulation Control Systems

The experience of cooperating with partner companies for developing professional requirements for graduates and assessment materials for the course ‘Nonlinear Dynamics of Semiconductor Converters’ and their implementation into educational programs and the electronic course is considered. The assessment of testing course preliminary results in preparing and registering materials which graduates have accumulated together with master students for writing scientific articles and making conference reports is presented.

Keywords: nonlinear dynamics, pulse-modulation systems, energy converter, bifurcation analysis, teaching methods, electronics and nanoelectronics.

References

1. Mikhalchenko S.G., Semenov V.D. Master Degree Program 11.04.04 ‘Electronics and Nanoelectronics’. Specialization ‘Industrial Electronics and Microprocessor Technology’. Enrollment Plan for 2024. (in Russ.). Available at: https://edu.tusur.ru/programs/1858 (accessed: 15 December 2025).

2. Mikhalchenko S.G. Nonlinear dynamics of semiconductor converters: work program of the academic discipline, 2024. (in Russ.). Available at: https://edu.tusur.ru/work_programs/80517 (accessed: 15 December 2025).

3. Potanin Foundation. Official website. Current competitions. (in Russ.). Available at: https://zayavka.fondpotanin.ru/ru/current (accessed: 15 December 2025).

4. Belov G. A., et al. [Calculation and modeling of transient processes in a resonant LLC DC/DC converter]. Electrical Engineering, 2020., no. 8. pp. 23–30 (in Russ).

5. Stolyarova A. A., et al. [Mathematical model of a resonant LLC converter]. TUSUR Reports, 2020, vol. 23, no. 3. pp. 86–91 (in Russ.).

6. Andrianov A. I. [Algorithm for automatic calculation of bifurcation values of parameters of a direct step-down voltage converter]. TUSUR reports, 2012, vol. 1, no. 1, pp. 162–170 9 in Ruaa.).

7. Zhusubaliyev Zh.T., et al. High-Feedback Operation of Power Electronic Converters. Electronics, 2013, no. 2, pp. 113–167.

8. Zhusubaliyev Zh.T., et al. Phase Synchronized Quasiperiodicity in Power Electronic Inverter Systems. Physica D: Nonlinear Phenomena, 2014, vol. 268, pp. 14-24.

9. Belov G.A. Theory of optimal and adaptive automatic control systems. Course syllabus for 13.04.02 ‘Electric Power Engineering and Electrical Engineering’. Digital Electric Drive and Converter Technology. (in Russ.). Available at: https://www.chuvsu.ru/sveden/education/programs/cifrovoy-elektroprivod-i-preobrazovatelynaya-tehnika-13.04.02.html (accessed: 15 December 2025).

10. Zhusubaliev Zh.T. Mathematical modeling of nonlinear systems. Course syllabus for 09.04.01 ‘Computer Science and Computer Engineering’. Elements and devices of computing equipment and information systems. (in Russ.). Available at: https://ee.swsu.ru/spec_2025.php?SPEC_

SHIFR=%D0%98%D0%98%D0%BC (accessed: 15 December 2025).

11. International Research Laboratory for Dynamics of Non-Smooth Systems. Official Website. (in Russ.). Available at: https://swsu.ru/structura/up/fivt/kvt/lab.php (accessed: 15 December 2025).

12. Andriyanov A.I. Theory of nonlinear automatic control systems. Work program of the discipline 'Industrial Electronics and Microprocessor Technology. (in Russ.). Available at: https://www.tu-bryansk.ru/sveden/education/programs/promyshlennaya-elektronika-i-mikroprocessornaya-tehnika-11.04.04.html (accessed: 15 December 2025).

13. Andriyanov S.G., et al. Nelinejnaya dinamika poluprovodnikovykh preobrazovatelej [Nonlinear dynamics of semiconductor converters. Tomsk], TUSUR Publ., 2007. 224 p. (in Russ.).

14. Mikhalchenko G.Ya., Mikhalchenko S.G. Matematicheskie modeli impul'snykh sistem preobrazovaniya ehnergii [Mathematical models of pulsed energy conversion systems]. Tomsk, TUSUR Publ., 2013. 160 p. (in Russ.).

Sergey G. Mikhalchenko
Doctor of Engineering Sciences, professor, Department of Industrial Electronics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-0052-0298
Phone: +7-913-826-09-07
Email: msg@ie.tusur.ru

УДК 378.14.014.13

А.С. Перин, А.Д. Бирюкова

ОБЗОР УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ ВЕДУЩИХ УНИВЕРСИТЕТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Проведен анализ учебных планов девяти ведущих российских университетов, реализующих подготовку специалистов в области квантовых технологий. Методология исследования основана на контент-анализе и категоризации дисциплин по тематическим кластерам с оценкой их объёмов и содержания. Анализ показал, что вариативная часть учебных планов служит ключевым инструментом профилизации, отражая уникальные научные школы и специализации университетов. Общим трендом является интеграция IT-компетенций и экспериментальных навыков как обязательного компонента подготовки современных специалистов в этой междисциплинарной области.

Ключевые слова: квантовые технологии, учебные планы, ведущие университеты.

Квантовые технологии являются стратегическим направлением научно-технического развития, определяющим конкурентоспособность стран в XXI веке [1]. Реализация «дорожной карты» развития квантовых технологий актуализирует задачу подготовки кадров нового поколения, способных работать на стыке физики, информатики и инженерии [2]. При этом квантовое образование характеризуется выраженной междисциплинарностью, что ставит перед университетами сложную задачу формирования учебных планов, гармонично сочетающих глубокое физико-математическое ядро, инженерные компетенции и владение современными IT-инструментами.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью системного анализа формирующейся экосистемы российского квантового образования.

Целью исследования является проведение сравнительного анализа учебных планов ведущих российских университетов, готовящих специалистов для квантовой индустрии. В фокусе исследования – девять вузов, представляющих разные модели и традиции: ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ), ФГАОУ ВО «Московский институт электронной техники» (МИЭТ), ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (ВШЭ), ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» (МФТИ), ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ), ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» (НГТУ), ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО» (ИТМО), ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (ТГУ), ФГАОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР). Анализ охватывает как обязательную (ядро), так и вариативную (профилирующую) часть учебных планов.

Методология исследования основана на контент-анализе опубликованных учебных планов, их категоризации по тематическим кластерам и сравнительной оценке объемов (в часах) и содержания. Результаты представлены в виде сводных таблиц, диаграммы и аналитических выводов, дающих комплексное представление о современном ландшафте квантового образования в России и его перспективах развития.

Сравнительный анализ обязательных дисциплин

В рамках исследования была составлена сводная таблица обязательных дисциплин исследуемых университетов (таблица 1).

Результаты сравнительного анализа, включая анализ по блокам дисциплин (рисунок 1), показывают, что все университеты демонстрируют консенсус по ключевым фундаментальным дисциплинам, формирующим основу для работы в квантовой сфере: «Физика» присутствует во всех программах с наибольшим объемом часов.

В ряде вузов (МФТИ, СПбГУТ, НГТУ, ИТМО, ТГУ) она глубоко дифференцирована на специализированные модули (квантовая физика, оптика, фотоника, электродинамика, физика полупроводников), что указывает на профильную направленность. «Высшая математика / Математический анализ» – единая обязательная база с вариативным объемом. «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» преподается в большинстве вузов часто как отдельный курс. «Теория вероятностей и математическая статистика» обязательна почти везде, что критично для статистических методов и квантовых вычислений.

Таблица 1 – Обязательные дисциплины в университетах (количество часов, фрагмент)

Дисциплина	МТУСИ	МИЭТ	ВШЭ	МФТИ	СПбГУТ	НГТУ	ИТМО	ТГУ	ТУСУР
...	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Информатика и программирование									
Информационные технологии и программирование	252	108+108	152+456	360	108+108	216	108+108+108	108+108+108	288
...	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Основы информационной безопасности	72	72	–	–	–	–	–	108	–
Системный анализ	–	–	–	–	–	–	–	72	–
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Инженерные дисциплины									
Инженерная и компьютерная графика	108	144	152		72	108*+108*	108	108*	108
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Общая теория связи	–	–	152	–	–	–	–	–	144
Вычислительная техника	–	–	–	–	–	–	–	–	144
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Примечание. * - в блоке «формируемые участниками образовательных отношений»									

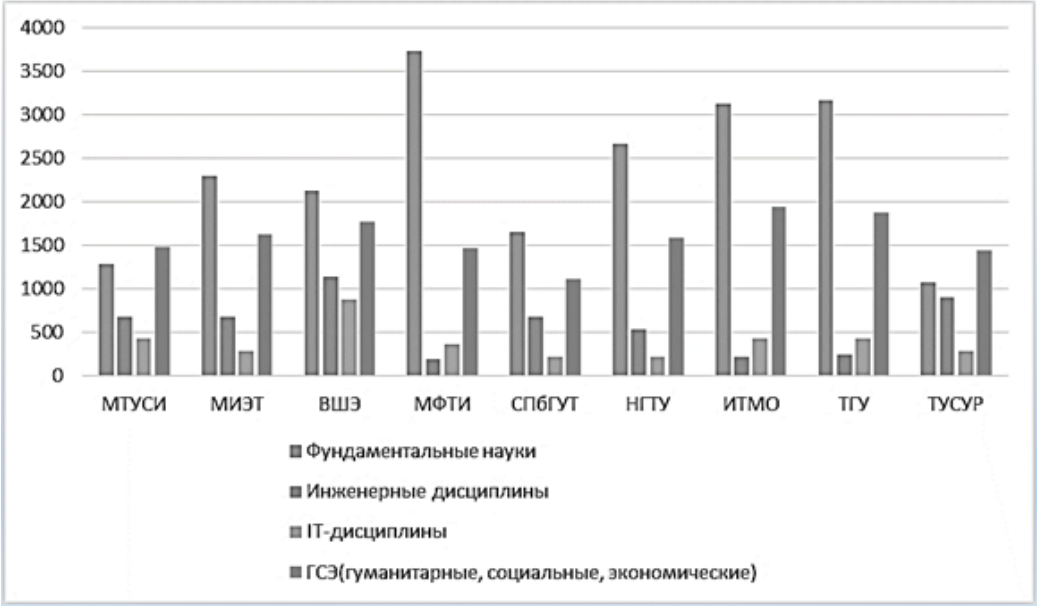


Рисунок 1 – Сравнение абсолютных блоков дисциплин по суммарным часам по каждому блоку между университетами

Наблюдаются и значительные различия, отражающие исторический профиль и специализацию вуза: «классические» технические дисциплины («Инженерная графика», «ТОЭ/Электротехника», «Электроника», «Схемотехника») шире представлены в вузах с традиционной инженерной или радиотехнической направленностью (МТУСИ, МИЭТ, ТУСУР, СПбГУТ).

Университеты с сильным физическим уклоном (МФТИ, НГТУ, отчасти ВШЭ и ИТМО) смещают акцент в сторону углубленной физики и математики, иногда в ущерб классическим инженерным курсам (например, у МФТИ нет «ТОЭ» и «Инженерной графики»).

«Информационные технологии» и «Программирование» являются сквозным обязательным элементом

во всех программах, подтверждая междисциплинарный характер квантовых технологий. Объем и структура варьируются от единого курса до серии модулей по алгоритмам, программированию и машинному обучению (особенно в ВШЭ, ИТМО, ТГУ).

Отметим и уникальные специализации, и акценты: МФТИ выделяется максимальным объемом фундаментальной подготовки (физика – 750 ч, математические дисциплины – 1575 ч) и уникальным курсом «Общая физика: лабораторный практикум» (675 ч), что подчеркивает экспериментально-исследовательскую модель. ВШЭ и ИТМО делают сильный акцент на IT-составляющей и современных технологиях. ВШЭ включает курсы по цифровой обработке сигналов/машинному обучению и общей теории связи в ядро. ИТМО фокусируется на фотонике и оптике (7 специализированных курсов в составе физики). ТГУ проявляет наибольшее разнообразие в блоке физики (включая атомную, ядерную физику, теорию колебаний) и дополняет программу уникальными педагогическими дисциплинами («Наставничество и ранняя профориентация», «Педагогика...»), что указывает на подготовку кадров для науки и образования. МИЭТ и ТУСУР сохраняют баланс между «железом» и софтом с обязательными курсами по схемотехнике, электронике, вычислительной технике, что ориентирует выпускников на прикладные разработки. МТУСИ и СПбГУТ как отраслевые вузы связи сохраняют курсы по инфокоммуникациям, основам теории электромагнитных полей и общей теории связи.

Гуманитарный, социальный и экономический блоки является обязательными во всех университетах, но их состав и объем различаются.

Сравнительный анализ дисциплин, формируемых участниками образовательного процесса (вариативная часть)

В ходе работы была составлена сводная таблица дисциплин, формируемых участниками образовательного процесса (таблица 2).

Таблица 2 – Дисциплины, формируемые участниками образовательных отношений (количество часов, фрагмент)

Дисциплина	МТУСИ	МИЭТ	ВШЭ	МФТИ	СПбГУТ	НГТУ	ИТМО	ТГУ	ТУСУР
...	…	…	…	…	…	…	…	…	…
6. Фотоника, оптоэлектроника и нелинейная оптика. *Дисциплины, изучающие генерацию, управление и детектирование света*									
Физические основы фотоники	–	144	–	–	–	–	108	–	–
Физические основы фотоники и нанофотоники	–	–	–	150	–	–	–	–	–
Физические основы нанотехнологий	–	–	–	–	–	–	108	108	–
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Оптические направляющие среды / и пассивные компоненты ВОЛС	252	–	–	–	–	–	–	–	216
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
7. Квантовая электроника и лазерные технологии. *Углубленные дисциплины о лазерах и их применениях*									
Физические основы квантовой электроники	–	–	–	–	–	108	–	–	–
Квантовая электроника	–	–	–	60	108	–	–	–	–
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Лазеры и наука о жизни	–	–	–	–	–	108*	–	–	–
Введение в фемтосекундную технику и оптику	–	–	–	–	–	108*	–	–	–
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

Анализ специализированной подготовки в области квантовых технологий показывает, что вариативная часть учебных планов демонстрирует профилизацию и специализацию университетов, отражая их исторические сильные стороны и стратегические ориентиры в области квантовых технологий. Все курсы можно сгруппировать в 16 тематических блоков, охватывающих фундаментальные основы, инженерные приложе-

ния, информационные технологии и узкоспециализированные направления.

В направлении «Фундаментальные физико-математические науки» лидерами являются МФТИ, МИЭТ, НГТУ, ТГУ. МФТИ предлагает наиболее глубокий и структурированный фундаментальный блок: «Квантовая механика», «Аналитическая механика», «Статистическая физика», «Физика твёрдого тела», «Электронные свойства твёрдых тел». МИЭТ и НГТУ делают сильный акцент на квантовую механику (216 и 360 часов соответственно) и смежные разделы («Статфизика», «Физика конденсированного состояния»). ТГУ и ВШЭ предлагают специализированные курсы, близкие к приложениям: «Математические методы фемтосекундной оптики» (ТГУ), «Физические основы квантовых явлений и устройств», «Математические методы физики» (ВШЭ). МТУСИ, СПбГУТ, ТУСУР не предлагают фундаментальных дисциплин в вариативной части, фокусируясь на прикладных аспектах.

По направлению «Квантовая информатика, алгоритмы и программирование» лидерами являются ВШЭ, ТГУ, ИТМО. ВШЭ демонстрирует наиболее целостную и современную программу по квантовой информатике: «Введение в квантовые алгоритмы», «Введение в квантовые процессы и устройства», «Квантовые твердотельные системы», «Устройства для квантовых вычислений и коммуникации», «Фотонные интегральные схемы для квантовых вычислений». Это указывает на сильный акцент на квантовые вычисления и коммуникации. ТГУ предлагает широчайший спектр IT-дисциплин – от квантовых вычислений до методов ИИ, компьютерного зрения, обработки сигналов и изображений, что формирует универсального специалиста на стыке областей. ИТМО и МИЭТ фокусируются на моделировании и программировании для фотоники («Разработка прикладного ПО в области фотоники», «Компьютерное моделирование полупроводниковых наноструктур»). МТУСИ предлагает практические курсы по низкоуровневому программированию («Основы работы с Unix») и LabView.

По направлению «Фотоника, оптоэлектроника и лазерные технологии» как лидеров можно выделить МФТИ, СПбГУТ, НГТУ, ИТМО и ТУСУР. МФТИ обладает наиболее академически насыщенной программой – от основ фотоники и нанофотоники до глубоких специализированных курсов по квантовой электронике, лазерным резонаторам, интерферометрии с большим объёмом лабораторного практикума (225 ч) и семинаров. СПбГУТ и НГТУ предлагают широкий спектр прикладных курсов: «Нелинейная оптика», «Волоконная оптика», «Лазерные технологии», «Физические основы квантовой электроники». ИТМО и ТГУ делают акцент на нанофотонике и современных аспектах. МТУСИ и ТУСУР фокусируются на оптоэлектронных приборах и волоконно-оптических системах с четким прикладным уклоном в связь.

По направлению «Квантовые системы, сенсоры, коммуникации» по объему часов лидерами являются ВШЭ, МТУСИ, СПбГУТ, ТГУ и ТУСУР. ВШЭ предлагает системную подготовку по устройствам для квантовых вычислений и коммуникаций, фотонным интегральным схемам. МТУСИ демонстрирует уникальную узкую специализацию в квантовых коммуникациях: курсы по распространению квантовых сигналов в оптоволокне и свободном пространстве, защите информации в оптических системах. СПбГУТ, ТГУ, ТУСУР включают курсы по квантовым коммуникациям как обязательные или по выбору. ИТМО и ТГУ вводят общий курс «Квантовые технологии». Примечательно отсутствие выделенных курсов по квантовым технологиям в вариативной части у МФТИ и МИЭТ, где эта тема интегрирована в фундаментальные и инженерные курсы.

По направлению «Инфокоммуникационные и оптические системы связи» безусловным лидером является МТУСИ, который предлагает наиболее полный и детализированный набор дисциплин классического и современного телекома – от общей теории связи, мультисервисных сетей, сетевых технологий до проектирования, строительства и эксплуатации ВОЛС, телетрафика, электропитания. Это его историческая специализация.

СПбГУТ и ТУСУР также сильно ориентированы на «Оптические системы связи», «Сети доступа», «Высокоскоростные системы», включая «Подводные технологии» в СПбГУТ. ВШЭ предлагает современные курсы по основам построения сетей, беспроводным и цифровым системам передачи.

По направлению «Проектирование, метрология, материаловедение» отметим следующее: проектирование и эксплуатация сетей ярко выражены у МТУСИ и ТУСУРа; метрология и измерения – у МИЭТ, который предлагает широкий спектр курсов по методикам измерений, зондовой микроскопии, исследованию наноматериалов. СПбГУТ лидирует по дисциплинам по контролю параметров ВОЛС. Материаловедению уделяется внимание в МИЭТ («Материалы электронной техники»), МФТИ («Материалы квантовой электроники»), СПбГУТ и ИТМО («Оптические материалы»).

Заключение

Проведенный сравнительный анализ учебных планов ведущих российских университетов в области квантовых технологий позволяет сделать ряд ключевых выводов о состоянии и тенденциях развития этой формирующейся образовательной экосистемы.

1. Сформировалось разнообразие образовательных моделей, укорененных в традициях вузов. В России наблюдается многообразие образовательных программ: глубоко фундаментальная исследовательская модель (МФТИ, частично ТГУ), прикладная инженерно-технологическая (МИЭТ, ТУСУР), отраслевая телекоммуникационная (МТУСИ, СПбГУТ) и широкая меж-

дисциплинарная (ВШЭ, ИТМО). Это не недостаток, а отражение многогранности самой области квантовых технологий и разного спроса индустрии – от разработчиков элементной базы до архитекторов квантовых сетей и алгоритмистов.

2. Вариативная часть учебных планов становится ключевым инструментом специализации и отражением научных школ. Анализ дисциплин по выбору четко выявляет уникальные профили вузов: «Квантовые коммуникации» (МТУСИ, ТУСУР), «Элементная база и материалы» (МИЭТ), «Квантовая информатика и софт» (ВШЭ), «Фотоника и лазерные системы» (МФТИ, ИТМО). Это позволяет студентам уже на уровне бакалавриата погрузиться в конкретную область, но также требует от них осознанного выбора и гибкости образовательных траекторий, что реализовано, например, в модели «конструктора» в ТГУ.

3. IT-компетенции стали обязательным кросс-компонентом, а экспериментальные навыки – индикатором исследовательской ориентированности. Интеграция программирования, машинного обучения и цифровой обработки сигналов во все учебные планы подтверждает гибридную природу будущих специалистов.

Таким образом, российские университеты демонстрируют активную и разнообразную адаптацию к вызовам квантовой революции. Существующие образовательные модели, опираясь на традиционные сильные стороны, формируют прочную основу для подготовки специалистов.

Литература

1. Дорожная карта развития «Сквозной» цифровой технологии «Квантовые технологии». URL: https://digital.gov.ru/uploaded/files/07102019kvantyi.pdf (дата обращения: 27.11.2025).

2. Юнусов Р.Р., Фёдоров А.К. Квантовые технологии для государства и бизнеса: настоящие и будущее. 17.07.2023. URL: https://cdnweb.roscongress.org/upload/medialibrary/4b2/29ivbrarcw5pr4m3macgwra2p1kx2c1y/FTF23_bookA4_05_preview.pdf?16889650993877498 (дата обращения: 27.11.2025).

Перин Антон Сергеевич
Канд. техн. наук, доцент каф. СВЧиКР Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: (0000-0002-9597-3088)
Тел.: +7 (382-2) 70-15-18, доп. 25-21 (стационарный)
Эл. почта: anton.s.perin@tusur.ru

Бирюкова Александра Дмитриевна
Студент каф. СВЧиКР Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУРа)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 913 887 68 26
Эл. почта: nn.alexandra.143@gmail.com

A.S. Perin, A.D. Biryukova

A Review of Curricula at Leading Universities in Quantum Technologies

This article is devoted to the analyses of the curricula and syllabi disciplines at nine leading Russian universities training specialists in the area of quantum technologies. The research methodology is based on the content analysis and categorization of disciplines into thematic clusters, assessing their scope and content. That the variable portion of the curricula serves as a key tool for profiling, reflecting the unique scientific schools and universities' specializations is revealed. The common trend is the integration of IT competencies and experimental skills as a mandatory component of training modern specialists in this interdisciplinary field.

Keywords: quantum technologies, curricula, syllabi for courses.

References

1. Roadmap for the Development of the End-to-End Digital Technology «Quantum Technologies. (in Russ.). Available at: https://digital.gov.ru/uploaded/files/07102019kvantyi.pdf (accessed: 27 November 2025).

2. Yunusov R.R., Fedorov A.K. Kvantovyye tekhnologii dlya gosudarstva i biznesa: nastoyashchiye i budushcheye [Quantum Technologies for the State and Business: Present and Future]. (in Russ.). Available at: https://cdnweb.roscongress.org/upload/medialibrary/4b2/29ivbrarcw5pr4m3macgwra2p1kx2c1y/FTF23_bookA4_05_preview.pdf?16889650993877498 (accessed: 27 November 2025).

Anton S. Perin
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Microwave and Quantum Radio Engineering, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-9597-3088
Phone: +7 (382-2) 70-15-18
Email: anton.s.perin@tusur.ru

Biryukova Alexandra Dmitrievna
Student, Department of Microwave and Quantum Radio Engineering, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 913 887 68 26
Email: nn.alexandra.143@gmail.com

УДК 378.147

А.В. Токарева

ФОРМИРОВАНИЕ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОСРЕДСТВОМ АНАЛИЗА НАУЧНЫХ НОВОСТЕЙ

Критическое мышление является одним из важных навыков, развиваемых в ходе образовательного процесса. Однако с постоянно растущим объемом контента, производимого в сети Интернет, важно акцентировать внимание на выработке привычки анализа информации. В рамках данной работы описывается инструмент, применяемый для обсуждения новостной повестки со студентами технических специальностей. Приведены результаты внедрения и рекомендации по использованию данного инструмента.

Ключевые слова: информационные технологии, критическое мышление, анализ информации, фактчекинг.

В современном мире одним из показателей компетентности специалиста в сфере IT является умение применять новые технологии и следовать текущим тенденциям разработки. Зачастую новостная повестка в рамках образовательной программы не затрагивается, в связи с чем будущие студенты не акцентируют на этом внимание. Кроме того, постоянно увеличивающийся объем информации не всегда позволяет определить, насколько достоверна та или иная новость, хотя критическое мышление является важным «мягким» навыком в любой деятельности. В рамках данной работы рассматривается внедрение практики анализа новостных источников как инструмента развития критического мышления у специалистов области информационных технологий.

Теоретическое обоснование образовательной практики

Термин «критическое мышление» многогранен и имеет достаточно большое количество определений. С точки зрения психологии критическое мышление определяется как когнитивный процесс, основой которого становится познание, осмысление и рефлексия окружающей действительности [1].

В педагогике основой определения, согласно исследованиям, становится компетентностный подход, при котором критическое мышление рассматривается как умение самостоятельно искать знания, проверять гипотезы, анализировать альтернативные взгляды и строить собственные мнения [2].

При оценке навыков, необходимых человеку в профессиональной и повседневной деятельности, критическое мышление относят к типу «мягких» навыков и определяют как способность объективно анализировать информацию, оценивать аргументы и формировать выводы для решения поставленной задачи.

В общем понимании определения понятия «критическое мышление» сводятся к анализу информации и возможности формулировки выводов на её основе. При этом постоянное увеличение контента в сети Интернет требует постоянной фильтрации и оценки информации на предмет правдивости.

Согласно определению International Fact-Checking Network (IFCN), фактчекинг – это «процесс независимой верификации заявлений, фактов и источников информации с целью предотвращения распространения дезинформации и повышения прозрачности общественного дискурса» [3].

Для студентов, активно использующих нейросетевые инструменты, вопрос достоверности информации уходит на второй план. В связи с этим актуальной становится задача формирования в образовательной и научной среде устойчивых навыков критической оценки информации.

Развитие навыка критического мышления требует регулярной наработки, как и любая привычка. В рамках образовательного процесса чаще всего подразумевается, что данный навык уже выработан и этому не уделяется достаточного внимания. Таким образом, была разработана и внедрена практика анализа новостных источников.

Специфика сферы IT подразумевает потребность в специалистах, осведомлённых о текущих трендах в области технологий, разработке программного обеспечения и правовых регуляторов данной отрасли. Поэтому идея обсуждения новостной повестки позволила сформировать инструмент для регулярной тренировки навыка анализа информации.

Практическая реализация

Данный инструмент используется автором с 2023 года в процессе преподавания у студентов второго и четвёртого курсов направления подготовки «Информационные системы и технологии», «Информатика и вычислительная техника». В рамках практических и лабораторных работ по данным дисциплинам на первом занятии обговариваются методы фактчекинга и проводится проверка понимания на разработанных примерах. После этого к каждому практическому занятию студенты подготавливают 2–3 новости для обсуждения. Важным ограничением в данном случае является тематика новостей. Изначально были определены несколько направлений: научные открытия,

внедрение новых технологий, новое законодательство с сфере информационных технологий и т.п. В рамках обсуждения выбирается несколько новостей, рассматривается ряд вопросов:

1) почему это актуально для специалистов сферы IT;

2) как, предположительно, будет развиваться данная технология в дальнейшем? Что даст это открытие в перспективе;

3) какие направления профессиональной деятельности затрагивает данная новость? Для каких крупных проектов это будет полезно?

После обсуждения выполняется переход к теме занятия. В среднем занимаемое время на данную практику – 5 минут. При этом преподаватель также подготавливает несколько новостей на случай отсутствия предложений для обсуждения.

Результаты внедрения и рекомендации

Данная практика апробировалась более чем на 100 студентах указанных направлений. Спустя некоторое время собиралась обратная связь в виде анкетирования. В ходе анализа мнения студентов была получена следующая статистика:

– у 80% студентов положительное отношение к этому инструменту, у 20% отношение нейтральное. Негативные комментарии отсутствовали;

– 90% студентов подтвердили, что такой подход не только позволил ознакомиться с текущими тенденциями, но и найти для себя достоверные источники;

– у 27% обучающихся выработалась привычка периодического ознакомления с новостной повесткой;

– некоторые студенты, а именно 12% от общего числа опрошенных, отметили, что у них сформировалась своя позиция на некоторые тенденции, возникающие в науке, повысился интерес к определённым направлениям в IT.

При этом стоит принять во внимание следующие рекомендации по использованию данного инструмента, учитывающие особенности образовательного процесса.

1. Перед внедрением инструмента необходимо провести рефлексию собственного педагогического опыта, чтобы понять, насколько это будет полезно и интересно как преподавателю, так и студентам.

2. На первой практической работе необходимо ознакомить студентов с инструментами фактчекинга.

3. Подборка тематик для обсуждения новостей должна быть связана с направлением подготовки студентов или преподаваемой дисциплиной. Иначе отсутствие логической связи может привести к пассивной реакции на подобные задания в рамках занятий.

4. Важно установить и контролировать временной регламент на это задание, так как обсуждение может занять большее время, что негативно скажется на освоении материала по дисциплине.

Заключение

Использование данного инструмента не является трудозатратной задачей с точки зрения подготовки материала к проводимым занятиям. Однако выработка комплексного подхода к анализу новостной повестки позволяет не только развить критическое мышление у студентов, но и даёт дополнительный эффект:

– регулярные обсуждения помогают студентам быть в курсе последних тенденций и инноваций своей отрасли. Это позволяет им лучше ориентироваться в мире технологий и понимать направления профессионального роста;

– анализируя новости, студенты учатся отделять факты от домыслов, оценивать качество и надежность источников информации. Это способствует формированию привычки к самостоятельному поиску и проверке сведений;

– при обсуждении возникает необходимость чётко формулировать свою позицию, приводить аргументы и обосновывать своё мнение. Это помогает развивать коммуникативные способности и умение вести конструктивный диалог;

– студенты осознают, насколько важна роль технологии в современном обществе и экономике. Они начинают видеть реальные кейсы применения своих знаний и понимают, каким образом теория связана с практикой.

В рамках собственной преподавательской деятельности внедрение данного инструмента оказалось успешным. Анализ научных исследований и новостной повестки стали постоянной практикой, через которую возможно донести до студентов важность познания окружающего мира и той действительности, в которой им строить свою жизнь и реализовываться как специалистам.

Литература

1. Журбенко Н.Л., Овчинникова С.М., Ворсунова А.Н. Развитие критического мышления как способ повышения уровня информационной грамотности // Мир науки. Педагогика и психология. 2024. № 1. 17 с.

2. Арсеньев К.С., Смолянинова О.Г. Методологический анализ современных подходов к развитию критического мышления // Вестн. ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. 2019. № 4 (104). С. 123–130.

3. Платошина К.В. Фактчекинг текстов, созданных искусственным интеллектом: стратегии поведения студентов // Вестн. магистратуры. 2025. № 6-2 (165). С. 15–17.

Токарева Алина Вячеславовна
Ст. преподаватель каф. ЭМИС Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0003-1353-0177
Тел.: +7-953-928-94-13
Эл. почта: alina.v.tokareva@tusur.ru

A.V. Tokareva

Formation of Critical Thinking of Engineering Students through the Analysis of Scientific News

Critical thinking is one of the important skills developed during the educational process. However, with the ever-growing volume of content produced on the Internet, it is important to focus on developing the habit of analyzing information. The tool used to discuss the news agenda with students of technical specialties is presented. The results of the implementation and some recommendations on its use are given.

Keywords: information technologies, critical thinking, information analysis, fact checking.

References

1. Zhurbanova N.L., Ovchinnikova S.M., Versunova A.N. [Development of critical thinking as a way to improve the level of information literacy]. Mir nauki. Pedagogika i psikhologiya, 2024, no. 1, p. 17 (in Russ.).

2. Arsen'ev K.S., Smolyaninova O.G. [Methodological analysis of modern approaches to developing critical thinking]. Vestnik ChuvGPU imeni I.Ya. Yakovleva, 2019, no. 4 (104), pp. 123–130 (in Russ.).

3. Platoshina K.V. [Fact-checking texts created by artificial intelligence: student behavior strategies]. Vestnik Magistratury, 2025, no. 6-2 (165), pp. 15–17 (in Russ.).

Alina V. Tokareva
Senior lecturer, Department of Economic Mathematics, Computer Science and Statistics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0003-1353-0177
Phone: +7-953-928-94-13
Email: alina.v.tokareva@tusur.ru

УДК 316.35

А.И. Исакова, В.В. Романенко

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ КАФЕДРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТУСУРА

Рассмотрены причины, которые привели к необходимости модернизации образовательных программ кафедры, а также результаты модернизации программ бакалавриата и магистратуры для студентов набора 2026 года при сотрудничестве с Международной цифровой академией ТУСУРа и IT-партнерами вуза.

Ключевые слова: образовательная программа, сотрудничество с ИТ-партнерами, обучение по ИТ-направлениям.

Введение

Современное развитие технологий предъявляет все новые требования к системе высшего профессионального образования, особенно в области информационных технологий [1]. Это относится и к направлениям подготовки кафедры автоматизированных систем управления (АСУ) ТУСУРа, реализующей образовательные программы по УГСН 09.00.00 «Информатика и вычислительная техника». Именно поэтому образовательные программы (ОП), в частности программы в сфере информационных технологий, должны обновляться ежегодно и быть конкуренто- и жизнеспособными.

Естественный процесс обновления образовательных программ требует в настоящее время модернизации экспертного мониторинга актуальности содержания учебных дисциплин, привлекая к этому экспертов как внутри вуза, так и работодателей. Активное сотрудничество высшей школы с профессиональными сообществами и работодателями повысит эффективность разработки образовательных программ и, соответственно, качество образования [2].

Основания для модернизации ОП

Кафедра АСУ ТУСУРа регулярно обновляет образовательные программы, ориентируясь в первую очередь на результаты опроса выпускников, а затем на актуальные тенденции в области информационных технологий. Переработка образовательных программ для набора 2026 года оказалась более глубокой по трем причинам.

Во-первых, по поручению ректора университета были рассмотрены возможности интеграции в образовательный процесс магистратуры кафедры АСУ наработанных материалов, методик и технологий Международной цифровой академии (МЦА) и Передовой инженерной школы ТУСУРа [3]. Это подразумевает переход на модель проектного обучения, а также использование имеющихся в МЦА учебных материалов, задействование в образовательном процессе ИТ-партнеров университета, проведение для студентов хакатонов и многое другое.

Во-вторых, в 2025-м году стартовала государственная программа «Участие аккредитованных ИТ-компаний в обучении студентов ИТ-специальностей» [4]. Ее реализация подразумевает внесение изменений в положение о государственной аккредитации российских организаций, осуществляющих деятельность в области информационных технологий. Для сохранения аккредитации и получения соответствующих льгот ИТ-компании должны принимать непосредственное участие в образовательном процессе, выполняя экспертизу и разработку образовательных программ, направляя своих специалистов для проведения занятий, привлекая студентов на стажировки и т.д. Поэтому множество ИТ-компаний уже сейчас обращаются в вузы, чтобы встроиться в образовательный процесс.

В-третьих, в сентябре 2025 г. была проведена внутренняя экспертиза образовательных программ магистратуры кафедры АСУ со стороны Международной цифровой академии.

Цели данной экспертизы:

1) разработка модели «мягкого» изменения образовательной программы для магистрантов текущего набора (без изменения учебного плана);

2) выработка рекомендаций по модернизации образовательной программы для магистрантов набора 2026 года.

Основные выявленные проблемы – это несоответствие наименований дисциплин или реализуемых компетенций содержанию РПД, использование устаревших материалов, а также отсутствие практических кейсов [5].

Кроме того, 2 октября 2025 г. на территории МЦА была проведена проектная сессия, в которой приняли участие преподаватели и студенты магистратуры кафедры АСУ. Был проведен опрос студентов по списку специальных и определенным образом сгруппированных вопросов. Сводка с результатами опроса студентов приведена в [6].

Принципы модернизации ОП

В итоге модернизация каждой ОП проводилась по следующим принципам.

1. Сначала уточнялась направленность программы. То есть рабочая группа должна была сформулировать, кем должен быть выпускник ОП в профессиональном плане, какими компетенциями владеть и т.д. Для бакалавриата как базового образования этот вектор может быть чуть более широким, но для магистратуры требуется уже более узкая специализация.

2. Далее необходимо было определить, какие из имеющихся дисциплин ОП укладываются в ее направленность, а какие – нет.

3. И последнее – необходимо заложить в ОП компоненты (целые дисциплины или модули дисциплин), которые будут реализовываться с участием МЦА и ИТ-партнеров. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта (ИИ) на период до 2030 года отмечает внедрение в образовательных организациях высшего образования комплексной системы подготовки квалифицированных кадров в области разработки и использования технологий искусственного интеллекта. Поэтому во все образовательные программы были добавлены блоки дисциплин, связанных с нейронными сетями, машинным обучением и искусственным интеллектом.

Результаты модернизации ОП

Такие существенные изменения в образовательных программах потребовали внесения изменений в наименование всех профилей направлений подготовки, реализуемых кафедрой АСУ.

Так, для бакалавров направления подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» новое наименование профиля звучит как «Интеллектуальные технологии в разработке программного обеспечения». Обновленная образовательная программа должна включать как изучение фундаментальных дисциплин в области математики, информатики, программирования, так и практические дисциплины по разработке программного обеспечения (в том числе мобильных и веб-приложений), дополняемых специализированными дисциплинами по искусственному интеллекту, обработке данных, сетевым технологиям и информационной безопасности. В области интеллектуальных технологий введены дисциплины по проектированию интеллектуальных систем, основам машинного обучения и нейронных сетей, использованию ИИ-агентов для разработки и тестирования программного обеспечения.

Для бакалавров направления подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика» новое наименование профиля звучит как «Прикладная информатика в цифровой экономике». Это является своевременным и обоснованным шагом, направленным на подготовку специалистов, способных решать задачи цифровой трансформации экономики. Обновленное содержание программы соответствует современным вызовам цифровизации, требованиям работодателей и государственной политике в области развития цифровой экономики. Во-первых, в программу введены дисциплины, ориентированные на цифровую экономику. Во-вторых, усилен модуль аналитики данных. В-третьих, обеспечена проектная деятельность в контексте цифровых решений за счет включения дисциплин, направленных на разработку IT-решений для цифровой экономики.

Для магистров направления подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» новые наименования профилей звучит как «Вычислительная техника и интеллектуальное программное обеспечение систем управления» и «Интеллектуальные системы обработки данных и управления в цифровой экономике».

Целью обновленной программы первого профиля является подготовка кадров, владеющих методами обработки и анализа данных, разработки человеко-машинных интерфейсов и информационных систем, а также навыками математического и компьютерного моделирования прикладных задач в сфере исследований по искусственному интеллекту и по обработке больших данных для научно-исследовательских и производственных организаций.

Новая версия ОП второго профиля обусловлена современными тенденциями цифровизации общества, внедрением искусственного интеллекта в корпоративные информационные системы предприятий. Данная образовательная магистерская программа вбирает в себя всю совокупность средств, способов и методов, направленных на создание и применение математического и программного обеспечения и интеллектуальных систем для решения широкого спектра задач экономики.

Заключение

В настоящее время завершается разработка и утверждение обновленных образовательных программ, после чего будут разработаны новые рабочие программы дисциплин. В дальнейшем планируется внешняя экспертиза данных программ со стороны ИТ-партнеров университета.

Литература

1. Кесаева Р.Э., Бязрова Т.Т., Кантемирова-Канукова Г.А. Модернизация системы высшего профессионального образования в России // Фундаментальные исследования. 2014. № 9-6. С. 1339-1342. URL: https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=35066 (дата обращения: 19.12.2025).

2. Болтаева З.З. Модернизация образовательных технологий – путь развития инновационного общества // Молодой ученый. 2018. № 9. С. 141–143.

3. ТУСУР запускает проектную магистратуру на базе ИТ-Академии [Электронный ресурс]: новости ТУСУР. URL: https://tusur.ru/ru/novosti-i-meropriyatiya/novosti/prosmotr/-/novost-tusur-zapuskaet-proektnuyu-magistraturu-na-baze-it-akademii (дата обращения: 19.12.2025).

4. Участие аккредитованных ИТ-компаний в обучении студентов ИТ-специальностей [Электронный ресурс] : сайт Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. URL: https://digital.gov.ru/activity/it-obrazovanie/uchastie-akkreditovannyh-it-kompanij-v-obuchenii-studentov-it-speczialnostej (дата обращения: 19.12.2025).

5. Результаты экспертизы образовательных программ магистратуры кафедры АСУ [Электронный ресурс]: облачное хранилище ТУСУР. URL: https://cloud.tusur.ru/index.php/s/xYqkCJjZgGGwWZY (дата обращения: 19.12.2025).

6. Результаты опроса студентов [Электронный ресурс]: облачное хранилище ТУСУР. URL: https://cloud.tusur.ru/index.php/s/GYR4CSAWNmaXwkD (дата обращения: 19.12.2025).

Исакова Анна Ивановна
Канд. техн. наук, доцент каф. автоматизированных систем управления Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID ID: 0000-0002-8772-6992
Тел.: +79234085388
Эл. почта: iai2@yandex.ru

Романенко Владимир Васильевич
Канд. техн. наук, зав. каф. автоматизированных систем управления Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID ID: 0000-0003-4314-9967
Тел.: +79138896303
Эл. почта: rva@2i.tusur.ru

A.I. Isakova, V.V. Romanenko

Modernization of Main Professional Educational Programs at TUSUR Automated Control Systems Department

The reasons that leading to the need of modernizing the educational programs at the Automated Control System Department, as well as the results of modernizing Bachelor and Master degree programs for students enrolled in 2026 in cooperation with the International Digital Academy TUSUR and the university's IT partners are considered.

Keywords: educational program, cooperation with IT partners, training in IT areas.

References

1. Kesaeva R. E., Byazrova T. T., Kantemirova-Kanukova G. A. [Modernization of the higher professional education system in Russia]. Fundamental Research, 2014, no. 9-6, pp. 1339-1342 (in Russ.). Available at: https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=35066 (accessed: 19 December 2025).

2. Boltaeva Z. Z. [Modernization of educational technologies – the way to develop an innovative society]. Young Scientist, 2018, no. 9, pp. 141-143 (in Russ.).

3. TUSUR launches a Master degree program based on the IT Academy. TUSUR news. (in Russ.). Available at: https://tusur.ru/ru/novosti-i-meropriyatiya/novosti/prosmotr/-/novost-tusur-zapuskaet-proektnuyu-magistraturu-na-baze-it-akademii (accessed: 19 December 2025).

4. Participation of accredited IT companies in the training of IT students: website of the Ministry of Digital Development, Communications and Mass Media of the Russian Federation. Available at: https://digital.gov.ru/activity/it-obrazovanie/uchastie-akkreditovannyh-it-kompanij-v-obuchenii-studentov-it-speczialnostej (accessed: 19 December 2025).

5. The results of the examination of educational programs of the magistracy of the ACS department: cloud storage of TUSUR. Available at: https://cloud.tusur.ru/index.php/s/xYqkCJjZgGGwWZY (accessed: 19 December 2025).

6. Results of the student survey: TUSUR cloud storage. Available at: https://cloud.tusur.ru/index.php/s/GYR4CSAWNmaXwkD (accessed: 19 December 2025).

Anna I. Isakova
Associate Professor, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-8772-6992
Phone: +7-923-408-53-88
Email: iai2@yandex.ru

Vladimir V. Romanenko
Head of the Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0003-4314-9967)
Phone: +7-913-889-63-03
Email: rva@2i.tusur.ru

УДК 378.1

С.П. Иваничко, Д.Е. Вахрушева, А.С. Блинова

РОЛЬ ПЕРЕДОВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ «ЭЛЕКТРОННОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ» ИМ. А.В. КОБЗЕВА В ФОРМИРОВАНИИ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА

Подчеркивается возрастающая роль инженерных компетенций как ключевого фактора технологического суверенитета и экономического развития России. На фоне снижения числа выпускников, сдающих ЕГЭ по физике, и растущего дефицита инженерных кадров актуализируется задача ранней профессиональной ориентации. В качестве эффективной модели представлена практика Передовой инженерной школы ТУСУРа, которая реализует практико-ориентированные форматы вовлечения школьников. Подчёркивается, что успех профессиональной ориентации достигается за счёт перехода от теоретического знакомства к практическому погружению в инженерную деятельность.

Ключевые слова: профориентационная работа, ранняя профориентация школьников, популяризация инженерного образования.

В эпоху стремительного технологического прогресса инженерные компетенции выходят на первый план и становятся ключевым фактором развития национальной экономики. В свою очередь инженеры перестают быть исключительно исполнителями технических задач, они становятся инициаторами инноваций, промышленных решений и двигателями технологического суверенитета страны.

Одним из первых и наиболее значимых компонентов эффективной подготовки будущих инженеров является профессиональная ориентация на всех уровнях – от школы до вузов.

Формат раннего вовлечения обучающихся общеобразовательных учреждений и учреждений среднего профессионального образования в инженерную деятельность и знакомство с производственными процессами способствуют повышению заинтересованности в освоении инженерных специальностей и развеиванию мифов о профессии инженера.

Но, как правило, этого недостаточно, поэтому не менее важно повысить интерес школьника к освоению базовых дисциплин, таких как физика и математика, через практико-ориентированные форматы обучения (например, инженерные классы, групповое проектное обучение школьников). Приведенный анализ работы двух коллективов показывает, что за последние 7 лет стремительно сокращается число участников, принимавших участие в ЕГЭ по физике. Эта тенденция наблюдается как по Томской области, так и по России в целом [1, 2].

Необходимость проведения ранней профессиональной ориентации и анализ рынка труда

Письмом Министерства просвещения Российской Федерации (Минпросвещения России) от 03 апреля 2023 № ДГ-617/05 утверждено определение профессиональной ориентации [3]. Согласно письму Минпросвещения России под профессиональной ориентацией понимается целенаправленная деятельность по подготовке обучающихся к профессиональному самоопределению, имеющая комплексный подход в образовательной, воспитательной и иных видах деятельности [3].

В профориентационной работе наиболее важным периодом считается возраст 14–17 лет, так как именно в этот период активно развивается критическое мышление, склонность к точным наукам и школьники проявляют предпосылки к осознанному выбору индивидуальной образовательно-профессиональной траектории [3].

Современные программы профориентационной работы должны быть своевременными и способствовать развитию готовности к профессиональному самоопределению у обучающихся общеобразовательных учреждений и учреждений среднего профессионального образования [3, 4]. В результате проведенной работы коллектив Центра тестирования и развития «Гуманитарные технологии» делает вывод о том, что полезный опыт профориентации в большинстве случаев связан с развитием внутренней готовности к самоопределению, в том числе к профессиональному самоопределению [5].

В условиях импортозамещения, цифровизации промышленности и роста спроса на высокотехнологичные продукты роль инженерного труда на российском рынке существенно возрастает, что требует пересмотра подходов к подготовке кадров.

Особую роль профориентационная деятельность приобретает на фоне нехватки высококвалифицированных сотрудников в высокотехнологичных отраслях. Это подтверждается работой, проведенной коллективами Всероссийского научно-исследовательского института труда и Академии труда и социальных отношений, которая показывает, что в современных условиях технологической трансформации российской

экономики на российском рынке труда наблюдается возрастающий дефицит инженерных кадров [6].

Опыт и практика Передовой инженерной школы ТУСУРа

Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» им. А.В. Кобзева» Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ПИШ), основанная в 2022 году в рамках Федерального проекта «Передовые инженерные школы», ставит перед собой цель изменить подход к инженерному образованию.

На данный момент реализуются четыре вида деятельности, в которых принимает активное участие Передовая инженерная школа ТУСУРа: инженерная/проектная подготовка (инженерные классы, групповое проектное обучение школьников), образовательная деятельность (образовательные мастер-классы и лекции), проведение профильных олимпиад (конкурсов проектов) и профориентационные мероприятия (экскурсии на площадки ПИШ и встречи с инженером). Проводимая Передовой инженерной школой ТУСУРа ранняя профориентационная работа для школьников и их родителей направлена на популяризацию инженерного образования, а также имеет цель развеять мифы о профессии инженера и в свою очередь показать ее возможности и перспективы.

За отчетный год, по состоянию на 1 декабря 2025 года, в профориентационной деятельности ПИШ приняло участие в различных мероприятиях свыше 1000 школьников 7–11-х классов, проявивших заинтересованность к освоению современных инженерных и технологических специальностей.

Ключевой особенностью ПИШ является доступность: её площадки и пространства открыты не только для студентов, но и для обучающихся общеобразовательных учреждений и учреждений среднего профессионального образования. Школьники могут приезжать на экскурсии, участвовать в мастер-классах, проходить интенсивы и даже реализовывать собственные проекты под руководством наставников. Это создаёт эффект погружения в профессию и среду: школьник не просто слышит о профессии, но и пробует себя в роли инженера, приобретая новые компетенции, в том числе работая с профессиональным оборудованием.

Например, Передовой инженерной школой реализуется образовательный мастер-класс «Прием и декодирование радиосигнала», в котором участникам предстоит создать приёмник на основе программно-определяемой радиосистемы (SDR - Software-Defined Radio), принять закодированный сигнал и с помощью операции XOR и перевода двоичной системы в шестнадцатеричную расшифровать секретное слово. В рамках прохождения мастер-класса осваивается комплексная практическая задача, которая объединяет элементы радиотехники, программирования и основ криптографии. В конечном итоге участники осваивают следующие базовые навыки в этих областях:

1) работа с SDR-устройствами. Участники овладевают принципами функционирования программно-определяемых радиоприемников. Учатся подключать и настраивать SDR-устройства, понимают разницу между аналоговыми и цифровыми приемниками, а также особенности приема сигналов в диапазоне частот;

2) прием и визуализация радиосигналов. Осваивается использование программного обеспечения для обнаружения и анализа сигналов в реальном времени;

3) декодирование бинарных сигналов. Осваивается метод извлечения бинарной последовательности из принятого сигнала, учатся определять длительность битов, синхронизироваться с посылкой и восстанавливать переданную последовательность;

4) применение логической операции XOR. Участники применяют операцию XOR для расшифровки данных. Это знакомит их с основами симметричного шифрования, где секретный ключ (в виде бинарной последовательности) используется для инверсии битов. Практическое выполнение XOR вручную или с помощью скрипта развивает логическое и алгоритмическое мышление;

5) перевод между системами счисления. Осуществляется переход от двоичной системы к шестнадцатеричной и к ASCII. Участники учатся группировать биты по 4, выполнять перевод и интерпретировать результат как текст;

6) понимание принципов радиоприема и передачи данных. Участники получают представление о том, как информация кодируется в радиосигнале, как можно обнаружить и анализировать такие сигналы;

7) основы информационной безопасности и криптографии. Через простой пример шифрования с помощью XOR участники получают первоначальное представление о защите данных, использовании ключей и уязвимостях простых шифров.

В перспективе 5 лет ПИШ планирует внедрить новые виды проектных конкурсов и олимпиад для школьников и расширить базу образовательных мастер-классов.

Заключение

Снижение общего числа выпускников, сдающих ЕГЭ по физике, как в Томской области, так и в масштабах страны, свидетельствует о растущем разрыве между потребностями высокотехнологичных отраслей и интересами молодёжи. Такая тенденция требует не только корректировки образовательных программ, но и основательного переосмысления подходов к профессиональной ориентации. Как минимум необходим переход от формального знакомства с профессиями к практико-ориентированному вовлечению школьников в реальную инженерную деятельность.

Подводя итоги, профориентация в инженерном образовании становится не просто вспомогательной мерой, а стратегической необходимостью, обеспечивающей устойчивое развитие отечественной промышленности и технологической независимости страны. Её интеграция в образовательные процессы на всех уровнях становится предпосылкой к формированию конкурентоспособного инженерного кадрового потенциала как региона, так и страны в целом.

Литература

1. Кисленко Е.С. Ориентация школьников на инженерное образование // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Технологический суверенитет: новые модели инженерного образования, развитие и повышение конкурентоспособности университетов : материалы междунар. науч.-метод. конф., 30–31 января 2025 г., Томск, Россия. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2025. С. 451–456.

2. Падение популярности высшего технического образования среди молодёжи / А.С. Добрынин [и др.] // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Технологический суверенитет: новые модели инженерного образования, развитие и повышение конкурентоспособности университетов : материалы междунар. науч.-метод. конф., 30–31 января 2025 г., Томск, Россия. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2025. С. 47–51.

3. Письмо Минпросвещения России от 03.04.2023 № ДГ-617/05 [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

4. Самоопределение личности в условиях неопределенности / В.И. Блинов [и др.] // Профессиональная ориентация и профессиональное самоопределение обучающихся: вызовы времени: сб. науч. ст. по материалам Всерос. науч.-практ. конф., посвященной памяти академика РАО, доктора педагогических наук, профессора С.Н. Чистяковой. Саранск: Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева, 2020. С. 34–39.

5. Кузнецов К.Г., Кувшинова О.Л. Методика оценки готовности школьников к профессиональному самоопределению // Профессиональное образование и рынок труда. 2022. № 1 (48) [Электронный ресурс] : офиц. сайт elibrary.ru. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=48176476 (дата обращения: 27.11.2025).

6. Вашаломидзе Е.В., Кузнецов-Сербский М.К. Инженеры на российском рынке труда // Экономика труда : сайт. 2025. Т. 12, № 12. DOI 10.18334/et.12.12.124310. URL: https://1economic.ru/lib/124310 (дата обращения: 27.11.2025).

Иваничко Светлана Павловна
Ассистент каф. физической электроники Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0009-0000-9818-9646
Тел.: +7 (382-2) 70-15-18, доп. 1878
Эл. почта: svetlana.p.ivanichko@tusur.ru

Вахрушева Дарья Евгеньевна
Техник Передовой инженерной школы «Электронное приборостроение и системы связи» им. А.В. Кобзева (ПИШ ЭПСиСС) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (382-2) 70-15-18, доп. 1875
Эл. почта: daria.e.vakhrusheva@tusur.ru

Блинова Александра Сергеевна
Техник Передовой инженерной школы «Электронное приборостроение и системы связи» им. А.В. Кобзева (ПИШ ЭПСиСС) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (382-2) 70-15-18
Эл. почта: ok_pish@tusur.ru

S.P. Ivanichko, D.E. Vakhrusheva, A.S. Blinova

Role of Advanced Engineering School ‘Electronic Instrumentation and Communication Systems’ named after A.V. Kobzev in the Formation of Regional Human Resources

The increasing role of engineering competencies as a key factor in Russia's technological sovereignty and economic development is outlined. Because of the decrease in the number of graduates taking the Unified State Exam in physics and a growing shortage of engineering personnel, the task of early professional orientation is becoming relevant. The practice of the Advanced Engineering School of TUSUR, which implements practice-oriented formats for involving schoolchildren as an effective model is presented. That successful professional orientation is achieved through the transition from theoretical acquaintance to practical immersion in engineering is emphasized.

Keywords: career guidance, early career guidance for schoolchildren, popularization of engineering education.

References

1. Kislenko E.S. Orientaciya shkol'nikov na inzhenernoe obrazovanie [Orientation of schoolchildren towards engineering education]. Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti. Tekhnologicheskij suverenitet: novye modeli inzhenernogo obrazovaniya, razvitie i povyshenie konkurentosposobnosti universitetov: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii [Modern education: integration of education, science, business and government. Technological sovereignty: new models of engineering education, development and improvement of competitiveness of universities. Proc. of the International Scientific and Methodological Conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2025. Pp. 451-456. (in Russ.).

2. Dobrynin A.S., et al. Padenie populyarnosti vysshego tekhnicheskogo obrazovaniya sredi molodyozhi [The decline in popularity of higher technical education among young people]. Orientaciya shkol'nikov na inzhenernoe obrazovanie [Orientation of schoolchildren towards engineering education]. Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti. Tekhnologicheskij suverenitet: novye modeli inzhenernogo obrazovaniya, razvitie i povyshenie konkurentosposobnosti universitetov: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii [Modern education: integration of education, science, business and government. Technological sovereignty: new models of engineering education, development and improvement of competitiveness of universities. Proc. of the International

Scientific and Methodological Conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2025. Pp. 47-51. (in Russ.).
3. Letter of the Ministry of Education of Russia dated 04.03.2023, no. DG-617/05. (in Russ.). Available at Consultant Plus legal system.

4. Blinov V.I., et al. [Self-determination of personality in conditions of uncertainty]. Professional orientation and professional self-determination of students: challenges of the time. A collection of scientific articles based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Academician of the Russian Academy of Education, Doctor of Pedagogical Sciences, professor S. N. Chistyakova. Saransk, M.E. Evseviev Mordovian State Pedagogical Institute, 2020, pp. 34–39 (in Russ.).

5. Kuznetsov K.G., Kuvshinova O.L. [A methodology of readiness assessment for professional self-determination of school students]. Vocational Education and Labor Market, 2022, no. 1 (48). (in Russ.). Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=48176476 (accessed: 27 November 2025).

6. Vashalomidze E. V., et al. [Engineers in the Russian labor market]. Labor Economics, 2025, vol. 12, no. 12. (in Russ.). Available at: https://1economic.ru/lib/124310 (accessed: 27 November 2025).

Svetlana P. Ivanichko
Assistant, Department of Physical Electronics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0009-0000-9818-9646
Phone: +7 (382-2) 70-15-18
Email: svetlana.p.ivanichko@tusur.ru

Darya E. Vakhrusheva
Technician, Advanced Engineering School ‘Electronic Instrumentation and Communication Systems’ named after A.V. Kobzev, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 70-15-18
Email: daria.e.vakhrusheva@tusur.ru

Alexandra S. Blinova
Technician, Advanced Engineering School ‘Electronic Instrumentation and Communication Systems’ named after A.V. Kobzev, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 70-15-18
Email: ok_pish@tusur.ru

УДК 37.015

А.В. Жукова, М.В. Берсенев

ИННОВАЦИОННЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ПРАКТИКИ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ

Анализируются используемые на кафедре истории и социальной работы ТУСУРа основные инновационные педагогические практики, а также возможности и риски, связанные с их использованием.

Ключевые слова: образование, инновации, современное общество.

Современная система высшего образования функционирует в условиях стремительных технологических и социальных изменений, что требует от вузов переосмысления целей и способов организации учебного процесса. В этих условиях традиционные педагогические модели уже не обеспечивают формирование компетенций, необходимых для профессиональной и общественной деятельности. Прежде всего необходимость обновления образовательных подходов обусловлена изменением представлений о самой цели высшей школы. Исследователи отмечают, что традиционная модель, основанная на трансляции знаний от преподавателя к студенту, исчерпала свой потенциал в условиях информационной насыщенности современного мира [1]. Линейная логика обучения – «передача – воспроизведение» – больше не обеспечивает развитие качеств, определяющих профессиональную успешность: критического мышления, гибкости, инициативности и способности к самостоятельному принятию решений.

Подобная трансформация непосредственно приводит к формированию новой парадигмы – компетентностной. В её центре находится не объём информации, которой обладает студент, а способность применять знания в практических, часто неопределённых, ситуациях [2]. Компетенции рассматриваются как интегративный результат, включающий знания, умения, навыки и ценностно-мотивационные установки, что делает процесс обучения многоуровневым и деятельностным по своей природе [3].

Концептуальным основанием данной парадигмы выступает конструктивистский подход, согласно которому знание не передаётся в готовом виде, а создаётся самим обучающимся. Таким образом, меняется роль всех участников образовательного процесса: студент занимает активную позицию и выступает субъектом обучения, а преподаватель – дизайнером образовательных ситуаций [4–6]. Переход к новой парадигме проявляется через конкретные педагогические технологии, которые формируют современную образовательную динамику.

1. Смешанное обучение и «перевёрнутый класс». Смешанное обучение сочетает онлайн- и офлайн-форматы, рационально распределяя виды активности между ними, а модель «перевёрнутого класса» переносит изучение теории в цифровую среду, освобождая очное время для анализа, решения задач и обсуждения [7, 8]. В образовательной среде ТУСУРа данные практики реализуются посредством использования электронных образовательных курсов.

2. Геймификация и «серьёзные игры». Элементы геймификации – баллы, рейтинги, уровни, соревновательные механики – стимулируют познавательную активность студентов и удерживают их внимание, делая процесс обучения эмоционально насыщенным [9]. «Серьёзные игры» позволяют моделировать реальные профессиональные задачи и формировать навыки принятия решений в условиях неопределённости [10]. Примером использования игры может служить игра «Выборы», проводимая на курсе политологии в ТУСУРе. В образовательном процессе кафедры ИСР используются онлайн-тренажёры в рамках ЭОС ТУСУРа, деловые игры и симуляционные задания.

3. Проектное и проблемно-ориентированное обучение. Проектный подход предполагает создание студентами конкретного продукта, а проблемно-ориентированное обучение – анализ и решение реальных кейсов. Из анализа практики кафедры следует, что использование проектного и проблемно-ориентированного обучения в реализации дисциплины «Проектная деятельность» (ОПД, ГПО) способствует формированию устойчивых профессиональных навыков, поскольку каждый проект требует интеграции знаний разных областей, а решение проблемных ситуаций развивает способность действовать в условиях неполной информации.

4. Артификация или использование в преподавании различных дисциплин художественных произведений как основной концептуальной идеи, которая затем разъясняется путем сообщения лекционного материала. Такой подход позволяет подключить к запоминанию материала не только рациональное, но и эмоциональное начало человека.

Несмотря на активное распространение новых практик, их внедрение сталкивается с рядом структурных препятствий, которые оказывают влияние на эффективность образовательных преобразований.

1. Одним из центральных рисков является формальная имитация инноваций: когда технология внедряется без изменения методики, она перестаёт быть

педагогическим инструментом и превращается в техническую оболочку традиционной модели обучения. Примером может служить проведение традиционной лекции в BigBlueButton без изменения методики взаимодействия, что является ретрансляцией старой модели в новом канале и не приводит к качественным изменениям в обучении.

2. Эффективное использование технологий требует сочетания цифровой грамотности и цифровой педагогической культуры. Недостаток этих компетенций у части преподавателей приводит к неравномерности применения инновационных практик и снижает их потенциальный эффект.

3. Высокоскоростной интернет, техническое оборудование, лицензионное программное обеспечение и доступ к цифровым ресурсам – всё это необходимые условия инновационного образования. Отсутствие таких ресурсов делает современные технологии труднодоступными и ограничивает возможности их применения.

4. Традиционная система контроля, сосредоточенная на проверке запоминания фактов, противоречит логике компетентностного подхода. Если оценивание остаётся неизменным, инновационные практики теряют свою эффективность, так как студенты продолжают ориентироваться на «правильные ответы», а не на освоение способов деятельности.

Преодоление перечисленных барьеров требует системного подхода. Инновации будут результативны лишь при условии формирования целостной образовательной экосистемы, включающей:

- ✓ развитие цифровых и педагогических компетенций преподавателей;
- ✓ поддержку проектной и исследовательской активности студентов;
- ✓ обновление методик оценивания под цели компетентностного обучения;
- ✓ инвестирование в инфраструктуру и цифровой контент;
- ✓ стимулирование организационной культуры, открытой к экспериментам и изменениям.

Иными словами, инновации эффективны только тогда, когда они становятся частью институциональной стратегии, а не единичными инициативами отдельных преподавателей.

Таким образом, современные инновационные педагогические практики формируют новую модель образования, в которой центральное место занимает активный студент, самостоятельно конструирующий собственный образовательный результат. Смешанное обучение, геймификация, проектные и проблемно-ориентированные методы обучения образуют комплексный инструментарий, позволяющий вузам готовить выпускников, способных к адаптации, критическому анализу и непрерывному развитию. Переход к этим практикам является логическим ответом образования на вызовы времени, поэтому работа по созданию устойчивой инновационной образовательной среды становится ключевым направлением развития высшей школы.

Благодарности

Работа выполнена в рамках базовой части государственного задания «Наука», код научной темы FEWM-2026-0011.

Литература

1. Ядровская М.В. Модели в педагогике // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 366. С. 139–143.

2. Рагозина Г.А., Коняхина И.В. Значение компетентностной парадигмы в образовании // Приволжский научный вестник. 2014. № 2 (30). С. 159–166.

3. Магомедова Е.В. Формирование компетенций как обязательное условие эффективной реализации вариативного образования // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. Т. 23. С. 74–78.

4. Ионова Ю.Е. Применение конструктивистской стратегии при обучении в техническом вузе // Ученые Омска – региону: материалы VII Рег. науч.-техн. конф., Омск, 01–02 июня 2022 года. Омск, 2022. С. 37–38.

5. Бунятова Ф.Д. О концепции конструктивного образования в научно-педагогической литературе // Конструктивные педагогические заметки. 2023. № 11-2 (20). С. 611–623.

6. Максимова Ю.С. Трансформация парадигмы ролей «педагог-обучающийся» в современном образовательном процессе // Современное педагогическое образование. 2021. № 10. С. 165–169.

7. On the question of blended learning in a modern technical university / Yu.V. Koroleva [et al.] // ЦИТИСЭ. 2022. Vol. 3 (33). P. 95–104.

8. Воронина М.В. «Перевёрнутый» класс – инновационная модель обучения // Открытое образование. 2018. Т. 22, № 5. С. 40–51.

9. Гидозаров М.А. Геймификация в современном высшем образовании: возможности и вызовы // Современные тенденции развития и перспективы внедрения инновационных технологий в машиностроении, образовании и экономике. 2025. Т. 7, № 1. С. 228–230.

10. Fanenshtil T.V., Sadykova I.V., Sukhanova S.Y. Conceptualization of serious play in modern sociocultural reality // Perspectives of Science and Education. 2020. Vol. 48 (6). P. 31–39.

Берсенев Максим Валерьевич
Канд. истор. наук, доц. каф. истории и социальной работы Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0803-3136
Эл. почта: maksim.v.bersenev@tusur.ru

Жукова Анастасия Викторовна
Ст. преподаватель каф. истории и социальной работы Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Ленина пр., 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6781-1161
Эл. почта: zhukovaanastasija@gmail.com

A.V. Zhukova, M.V. Bersenev

Innovative Pedagogical Practices in Modern Education

The main innovative pedagogical practices used at the Department of History and Social Work of TUSUR, as well as their opportunities and risks are considered.

Keywords: education, innovation, modern society.

References

1. Yadrovskaya M. V. [Models in Pedagogy]. Bulletin of Tomsk State University, 2013, no. 366, pp.139-143 (in Russ.).

2. Ragozina G. A. [The Importance of the Competence-Based Paradigm in Education]. Privolzhsky Scientific Bulletin, 2014, no. 2 (30), pp. 59-166 (in Russ.).

3. Magomedova Ye.V. [Forming competences as a mandatory condition of effective variative education]. Scientific and methodical e-bulletin 'Concept', 2017, vol. 23, pp. 74–78 (in Russ.).

4. Ionova Yu. Ye. Primenenie konstruktivistskoj strategii pri obuchenii v tekhnicheskom vuze [Using constructive strategy while teaching in a technical university]. Uchenye Omska – regionu: materialy VII Regional'noj nauchno-tekhnicheskoj konferencii [Omsk scientists for the region. Proc. of the VII Regional Scientific and Technical Conference]. Omsk, 2022, pp. 37-38 (in Russ.).

5. Bunyatova F. D. [On the Concept of Constructive Education in Scientific and Pedagogical Literature]. Constructive Pedagogical Notes, 2023, no. 11-2 (20), pp. 611-623 (in Russ.).

6. Maksimova Yu. S. [Transformation of the "teacher-student" role paradigm in the modern educational process]. Modern pedagogical education, 2021, no. 10, pp. 165-169 (in Russ.).

7. Koroleva Yu. V., et al. [On the question of blended learning in a modern technical university]. ЦИТИСЭ, 2022, vol. 3 (33), pp. 95-104.

8. Voronina M. V. ['Flipped' class – an innovative learning model]. Open education, 2018, vol. 22, no. 5, pp. 40-51 (in Russ.).

9. Gidozarov M. A. Gamification in modern higher education: opportunities and challenges]. Modern development trends and prospects for the implementation of innovative technologies in mechanical engineering, education and economics, 2025, vol. 7, no. 1, pp. 228-230 (in Russ.).

10. Fanenshtil T. V., et al. [Conceptualization of serious play in modern sociocultural reality]. Perspectives of Science and Education, 2020, vol. 48 (6), pp.1-39.

Maxim V. Bersenev
Candidate of Historical Sciences, assistant professor, Department of History and Social Work, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-0803-3136
Phone: +7-923-415-52-05
Email: maksim.v.bersenev@tusur.ru

Anastasiia V. Zhukova
Senior Lecturer, Department of History and Social Work, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Email: zhukovaanastasija@gmail.com

УДК 004.8

П.Ю. Лаптев, С.А. Литовкин, С.А. Давыденко

ИНТЕГРАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНУЮ ПРОГРАММУ НА ПРИМЕРЕ МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЫ «ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В БИОМЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМАХ»

Рассмотрен опыт интеграции научных исследований в образовательную деятельность при разработке магистерской программы «Программная инженерия. Искусственный интеллект в биомедицинских системах». Описаны принципы формирования лекционных и методических материалов, основанных на реальных научных проектах. Показано, что включение исследовательского компонента в учебный процесс способствует развитию профессиональных компетенций обучающихся и повышению качества подготовки специалистов. Представлены результаты реализации программы и рекомендации по дальнейшему развитию интеграции науки и образования.

Ключевые слова: образовательная программа, магистратура, биомедицина, искусственный интеллект.

Введение

Современные тенденции развития высшего образования направлены на формирование устойчивой связи между научными исследованиями и образовательным процессом. Особое значение приобретает интеграция научных результатов в систему подготовки специалистов, обеспечивающая не только передачу знаний, но и развитие исследовательских и проектных компетенций у обучающихся.

В этой связи разработка и внедрение магистерской программы «Программная инженерия. Искусственный интеллект в биомедицинских системах» представляет собой пример успешной реализации модели, в которой образовательная деятельность тесно связана с научно-исследовательской работой кафедры. Основное внимание в рамках данной программы уделено освоению современных методов анализа, обработки и интерпретации биомедицинских данных с использованием технологий искусственного интеллекта, машинного обучения и нейронных сетей.

Программа ориентирована на формирование у обучающихся комплекса профессиональных компетенций, охватывающих не только традиционные направления программной инженерии, но и перспективные области цифровой медицины и биоинформатики.

Внедрение научного компонента в учебный процесс

Одним из ключевых направлений методической работы кафедры стало включение в учебный процесс элементов научно-исследовательской деятельности, основанной на актуальных научных публикациях сотрудников университета. Такой подход позволяет студентам осваивать методы анализа данных, применяя их к реальным исследовательским задачам, что способствует развитию критического мышления, исследовательской инициативы и профессиональной самостоятельности.

В ходе реализации программы подготовлены лабораторные и практические работы, основанные на реальных научных проектах. Среди них:

– создание модели искусственного интеллекта для реабилитации пациентов с заболеваниями нервной системы [1] (рисунок 1);

– применение методов машинного обучения для распознавания речи и голоса у пациентов с нарушениями речи [2, 3].

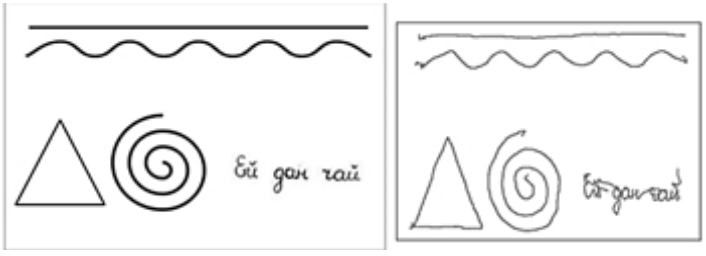


Рисунок 1 – Пример анализируемых изображений при оценке реабилитации пациентов после инсульта

Эти лабораторные занятия позволяют студентам познакомиться с методами предобработки медицинских изображений, построением сиамских нейронных сетей, а также анализом результатов на основе реальных данных. Таким образом, образовательная программа выступает не только как средство передачи знаний, но

и как инструмент вовлечения студентов в исследовательскую деятельность кафедры.

Разработка лекционных материалов и учебно-методической базы

Создание полноценного комплекса учебно-методических материалов стало важным этапом реализации программы. Лекционный курс (таблица 1) охватывает ключевые направления искусственного интеллекта, включая регрессионные модели, методы классификации, деревья решений, нейронные сети, а также этические и правовые аспекты применения интеллектуальных систем в медицине.

Таблица 1 – Объём лекционных материалов по дисциплинам программы

Предмет	Количество академических часов
Искусственный интеллект в биомедицинских технологиях	20
Искусственный интеллект в медицинской реабилитации	14
Наборы биомедицинских данных в задачах машинного обучения	8
Этические и правовые особенности применения методов искусственного интеллекта в медицине	12
Искусственный интеллект в медицинской диагностике	12
Сегментация и детектирование объектов при обработке медицинских изображений	10

Особое внимание уделено дисциплинам «Искусственный интеллект в медицинской реабилитации» и «Сегментация и детектирование объектов при обработке медицинских изображений», в рамках которых студенты изучают современные методы анализа медицинских данных и создают собственные программные решения для обработки изображений.

Каждый лекционный модуль сопровождается презентационными материалами, практическими кейсами и заданиями для самостоятельной работы. Подобная структура способствует комплексному освоению дисциплины, формированию компетенций в области применения искусственного интеллекта и программной инженерии, а также позволяет выстраивать междисциплинарные связи между различными направлениями подготовки.

Методические пособия и практико-ориентированные формы обучения

При подготовке методических пособий основной задачей стало формирование у студентов практических навыков построения и внедрения собственных алгоритмов обработки биомедицинских данных. Разработанные лабораторные и практические работы охватывают широкий спектр задач – от анализа изображений и аудиосигналов до прогнозирования заболеваний и оценки результатов реабилитации.

Особое значение имеет включение в учебный процесс заданий, направленных на развитие исследовательской активности обучающихся. Выполнение лабораторных работ требует от студентов не только воспроизведения готовых методик, но и проведения собственных экспериментов, анализа результатов, сравнения полученных данных с опубликованными в научных источниках.

Практическая направленность обучения реализуется также за счёт использования программных средств RapidMiner и WEKA, что позволяет студентам ознакомиться как с готовыми решениями, так и с возможностями самостоятельной разработки интеллектуальных моделей.

Таким образом, обучение строится на принципах интеграции научного и образовательного подходов, что обеспечивает развитие навыков самостоятельного анализа, интерпретации и проектирования.

Результаты реализации программы

Реализация программы показала высокую эффективность интеграции научных результатов в образовательный процесс. В ходе работы были созданы 38 лекционных модулей, 30 лабораторных и 21 практическая работа, суммарный объём которых составил 68 академических часов лекций, 120 часов лабораторных и 42 часа практических занятий. Общая нагрузка по лабораторным и практическим работам представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Общая нагрузка по лабораторным и практическим работам

Предмет	Практические работы	Лабораторные работы
Искусственный интеллект в биомедицинских технологиях	–	28
Искусственный интеллект в медицинской реабилитации	16	20
Наборы биомедицинских данных в задачах машинного обучения	–	20
Этические и правовые особенности применения методов искусственного интеллекта в медицине	16	–
Искусственный интеллект в медицинской диагностике	–	28
Сегментация и детектирование объектов при обработке медицинских изображений	10	24

Данная работа позволила обеспечить магистрантам доступ к актуальной исследовательской информации и практическим задачам, основанным на реальных данных. Такой подход способствует формированию у студентов устойчивого интереса к научной деятельности, а также мотивирует к поступлению в аспирантуру и дальнейшему развитию научного потенциала университета.

Заключение

Интеграция научных исследований в образовательную деятельность является ключевым направлением развития современной высшей школы. Опыт разработки и реализации магистерской программы «Программная инженерия. Искусственный интеллект в биомедицинских системах» подтверждает эффективность данного подхода.

В результате выполнения проекта создана комплексная система подготовки магистров, обеспечивающая сочетание теоретических знаний и практических навыков работы с технологиями искусственного интеллекта в области биомедицины. Участие студентов в научных исследованиях кафедры способствует формированию профессиональных компетенций, необходимых для успешной деятельности в сфере цифрового здравоохранения.

Литература

1. Formation of a Dataset for Assessing Fine Motor Skills of Handwriting after Stroke and an Example of Its Application / E. Kostyuchenko [et al.] // International Conference on Intelligent Information Technologies for Industry. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. P. 205–213.

2. Approach to Assessing the Quality of Syllable Pronunciation by Patients in the Process of Speech Rehabilitation Based on Comparison with Healthy Speakers / G. Egle [et al.] // International Conference on Speech and Computer. Springer, Cham, 2025. P. 367–376.

3. Classifier Based on Neural Networks to Determine the Patient's Speech State / D. Novokhrestova [et al.] // International Conference on Intelligent Information Technologies for Industry. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. P. 236–244.

Лаптев Павел Юрьевич
Аспирант каф. комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0002-5305-3312
Тел.: +7 (382-2) 70-15-29, доп. 2943 (стационарный)
Эл. почта: lpu@fb.tusur.ru

Литовкин Сергей Александрович
Аспирант каф. комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0001-9642-7057
Тел.: +7 (900)-921-11-05
Эл. почта: lsa@fb.tusur.ru

Давыденко Сергей Андреевич
Аспирант каф. комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0002-7398-9716
Тел.: +7 (913)-100-09-89
Эл. почта: dsa@fb.tusur.ru

P.Yu. Laptev, S.A. Litovkin, S.A. Davydenko

Integration of Research Work into Educational Curriculum on the Example of Master Degree Program 'Artificial Intelligence in Biomedical Systems'

The experience of integrating research work into educational activities within Master Program 'Software Engineering (Artificial Intelligence in Biomedical Systems)' is considered. The principles for developing lecture and methodological materials based on real scientific projects are described. That incorporating a research component into the educational process contributes to the development of students' professional competencies and improves the quality of specialist training is demonstrated. The program implementation results and some recommendations for further development of science and education integration are presented.

Keywords: educational program, master's degree, biomedicine, artificial intelligence.

References

1. Kostyuchenko E., et al. Formation of a Dataset for Assessing Fine Motor Skills of Handwriting after Stroke and an Example of Its Application. International Conference on Intelligent Information Technologies for Industry, Cham: Springer Nature Switzerland, 2024, pp. 205-213.

2. Egle G., et al. Approach to Assessing the Quality of Syllable Pronunciation by Patients in the Process of Speech Rehabilitation Based on Comparison with Healthy Speakers. International Conference on Speech and Computer, Cham: Springer, 2025, pp. 367-376.

3. Novokhrestova D., et al. Classifier Based on Neural Networks to Determine the Patient's Speech State. International Conference on Intelligent Information Technologies for Industry, Cham: Springer Nature Switzerland, 2024, pp. 236-244.

Pavel U. Laptev
PhD student, Department of Complex Information Security of Computer Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-5305-3312
Phone: +7 (382-2) 70-15-29
Email: lpu@fb.tusur.ru

Sergey A. Litovkin
PhD student, Department of Complex Information Security of Computer Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0001-9642-7057
Phone: +7-900-921-11-05
Email: lsa@fb.tusur.ru

Sergey A. Davydenko
PhD student, Department of Complex Information Security of Computer Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-7398-9716
Phone: +7-913-100-09-89
Email: dsa@fb.tusur.ru

УДК 004

А.Е. Косова

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМНОЙ МЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПРОГРАММИСТА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОСХОДЯЩЕГО (C++-FIRST) И НИСХОДЯЩЕГО (PYTHON-FIRST) ПОДХОДОВ ПРЕПОДАВАНИЯ В БАЗОВОМ КУРСЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРОГРАММИРОВАНИЕ»

В настоящее время студенты часто поступают в вуз уже со знанием как минимум одного языка программирования, и сейчас это чаще всего Python. В последние годы студентов, которые освоили основы этого языка на предвузовском этапе, становится больше. Данная подготовленность, конечно, имеет свои положительные стороны, но автор статьи фиксирует в том числе определённые недостатки, издержки изучения этого языка как первого. Рассматриваются преимущества изучения первого языка C/C++ и приводятся обоснования, почему язык C/C++ важно изучать первым, как это влияет на целенаправленное формирование именно качественного инженерного мышления у студентов, что представляется менее достижимым при первоначальном изучении Python.

Ключевые слова: фундаментальная дисциплина, программирование, качество образования, инженерное мышление, системное мышление, C/C++, Python.

Введение

Существуют, конечно, помимо указанных в теме исследования языков программирования, и другие языки. Каждый из них представляет собой лишь инструмент, эффективность которого варьируется в зависимости от решаемой задачи. Выбор конкретного языка может определяться спецификой задачи, текущим уровнем компетенций программиста, целевыми требованиями к результату, выделенным временем и другими факторами. Кроме того, динамичное развитие технологической сферы приводит к постоянному появлению новых классов задач, методологий, решений, языков программирования и аппаратных платформ. В связи с этим дать однозначный ответ на вопрос «Какой язык программирования лучше?», который студенты регулярно задают в последние годы, не представляется возможным. Однако вслед за этим неизбежно следуют другие, более практические вопросы: «Какой язык мы будем изучать в курсе? Почему именно C/C++? Мы уже знакомы с Python, можем ли мы выполнять лабораторные работы, используя его?».

Преподавая фундаментальную дисциплину «Программирование», автор на занятиях акцентирует внимание на том, что ещё до погружения в синтаксис какого-либо языка критически важно освоить и глубоко понимать основы алгоритмизации [1–3]. Только после этого целесообразно приступать к изучению конкретного языка программирования, поскольку без фундаментального алгоритмического мышления изучение языка теряет свою содержательную основу и может сводиться к механическому заучиванию.

Таким образом, первые учебные задания курса направлены на повторение и освоение основ алгоритмизации. На последующем этапе студенты переходят к выполнению задач, которые требуется реализовать на языке C/C++ [4], в то время как использование других языков, включая Python [5], для этих целей не запрещено. Следует отметить, что C++ является современным развитием и расширением языка C, сохраняя его базовые принципы.

Итак, поставим следующие ключевые вопросы.

Проблема. Современная тенденция к выбору Python как первого языка (нисходящий подход – от результата к деталям) рискует сформировать у студентов «иллюзию понимания», когда абстракции высокого уровня скрывают фундаментальные механизмы работы ЭВМ.

Методика. Описание и сравнение двух параллельных учебных групп (контрольная – Python, экспериментальная – C++). Критерии оценки: понимание модели памяти, оценка сложности операций, способность отлаживать низкоуровневые ошибки, успешность в последующих курсах.

Аргументы в пользу изучения C++ первым. Язык выступает как «педагогический инструмент», заставляющий студента проходить путь от битов и байтов к абстракциям. Формируется точная ментальная модель: стек/куча, типы, механизм вызова функций, работа с памятью.

Актуальность и научная новизна. Эмпирическое исследование, которое можно провести и более точно, с конкретными метриками, доказывающее или опровергающее тезис о долгосрочной эффективности «восходящего» подхода для подготовки инженеров, а не просто «скриптовых» разработчиков.

Теоретико-методический анализ формирования системной ментальной модели на основе анализа успеваемости и когнитивных пробелов

Данный анализ основан на наблюдении за поступившими студентами, разделёнными на две условные

траектории обучения в рамках единого курса «Программирование»: условная «нисходящая» (Python-first, Python-первый) и условная «восходящая» (C++-first, C++-первый). Разделение произошло не в рамках контролируемого эксперимента, а в результате существования различных учебных планов и предварительной подготовки абитуриентов. Сравнительный анализ автором проведён на основе исследования выполнения работ, глубины ответов на концептуальные вопросы. Далее, вероятно, это могло отражаться на академической успеваемости в последующих дисциплинах.

1. Формирование модели исполнения и управления памятью

Ключевое различие анализируемых подходов лежит в плоскости формирования у студента базовой ментальной модели исполнения программы. Восходящий подход, осуществляемый через язык C++, реализует построение многоуровневой системной модели. Студент вынужден явно различать область стека, используемую для хранения локальных переменных и адресов возврата, и область динамической памяти (кучи), управление временем жизни в которой является его прямой ответственностью. Работа с указателями, несмотря на первоначальную когнитивную сложность, формирует фундаментальное понимание концепций адресации, разыменования и владения ресурсом. Переход от ручного управления памятью (new/delete) к использованию умных указателей (std::unique_ptr, std::shared_ptr) на более поздних этапах обучения происходит осознанно – как переход к более безопасным абстракциям, построенным на четко усвоенных низкоуровневых принципах. Ошибки сегментации (segmentation fault) в данном контексте выступают не как непреодолимое препятствие, а как мощный педагогический инструмент, требующий от обучаемого анализа потока исполнения и состояния памяти [6].

Нисходящий подход, основанный на Python, формирует принципиально иную, абстрактно-ориентированную модель. Высокоуровневые структуры данных (list, dict, tuple) и автоматическое управление памятью посредством сборщика мусора целенаправленно скрывают физическую организацию данных и алгоритмы их размещения. Это позволяет студенту быстрее достичь первых практических результатов, сконцентрировавшись на алгоритмической логике. Однако, как следствие, у него формируется так называемая «иллюзия понимания» – способность оперировать абстракциями без знания их реализации. Вопросы о стоимости операций (например, вставки в начало list), механизмах копирования объектов или работе модели памяти остаются за рамками сформированной ментальной модели, что впоследствии создаёт существенные трудности при переходе к системному программированию, оптимизации и изучению архитектуры ЭВМ [7].

2. Дисциплина типизации и проектирования программных интерфейсов

Статическая типизация C++ выступает в роли формального дисциплинирующего каркаса на этапе проектирования программы. Необходимость явного объявления типов для переменных, параметров функций и возвращаемых значений требует от студента предварительного продумывания структуры данных и интерфейсов компонентов. Компилятор выполняет функцию непрерывного статического анализа, выявляя несоответствия типов на этапе компиляции, что предотвращает целый класс ошибок времени выполнения. Это воспитывает культуру контрактного программирования, где сигнатура функции явно задаёт контракт на использование. Концепция const-корректности позволяет на уровне системы типов выражать намерения о неизменяемости данных, что является важнейшим элементом проектирования надёжных и безопасных интерфейсов.

Динамическая типизация Python, напротив, реализует принцип позднего связывания и максимальной гибкости. Тип объекта определяется в момент выполнения, что кардинально снижает порог входа и ускоряет прототипирование. Однако для начинающего программиста это оборачивается отсутствием принудительной дисциплины на этапе проектирования. Ошибки, связанные с несоответствием типов (например, передача строки вместо числа), возникают только в момент выполнения конкретного сценария, смещая фокус с предотвращения ошибок на их исправление. Подобный подход не формирует устойчивых навыков строгого проектирования, основанного на системе типов, и может приводить к созданию «хрупкого» кода, устойчивость которого обеспечивается лишь покрытием тестами, а не гарантиями компилятора.

3. Осознание стоимости абстракций и производительности

Философия C++, выраженная в принципе «не платить за то, что не используешь», напрямую способствует формированию производительно-ориентированного инженерного мышления. Студент с первых шагов сталкивается с материальными последствиями своих архитектурных решений: передача крупного объекта по значению ведёт к полноценному копированию; выбор std::list вместо std::vector может привести к катастрофическому падению производительности из-за потери локальности данных; использование виртуальных функций вносит накладные расходы на косвенный вызов. Это воспитывает привычку оценивать не только асимптотическую сложность алгоритмов (Big-O), но и постоянные множители, связанные с особенностями реализации, аллокациями памяти и работой кэша процессора.

В парадигме Python стоимость высокоуровневых операций инкапсулирована интерпретатором и стандартной библиотекой. Для новичка операции append(),

insert(), «+» над списками или строковые операции выглядят семантически схожими, хотя их вычислительная сложность может отличаться на порядки. Интерпретируемая природа языка и динамическая диспетчеризация методов создают дополнительный, непрозрачный для студента слой расходов. В результате формируется ментальная модель, в которой отсутствует чёткая связь между конструкцией языка и её вычислительной стоимостью на аппаратном уровне. Это становится критическим препятствием при необходимости написания высокопроизводительного кода, оптимизации существующих решений или при переходе к изучению дисциплин, напрямую связанных с эффективностью (например, архитектура высоконагруженных систем, разработка игровых движков и др.).

4. Навыки отладки и диагностика ошибок

Характер ошибок в C++ способствует развитию системного подхода к отладке и анализу состояния программы. Низкоуровневые ошибки, такие как нарушения доступа к памяти (segmentation fault, access violation), требуют от студента использования отладчика, анализа стека вызовов и дампа памяти. Такой процесс заставляет строить и проверять гипотезы о состоянии программы в момент сбоя, устанавливая причинно-следственные связи между ошибкой в логике кода и реакцией операционной системы. Это формирует глубокое понимание жизненного цикла объектов и потока управления.

В среде Python большинство ошибок проявляется в виде исключений (Exceptions) с достаточно информативными сообщениями, часто указывающими на конкретную строку кода. Это, безусловно, ускоряет локализацию проблемы, но одновременно упрощает процесс отладки до уровня «прочитать сообщение – исправить указанную строку». Сложные, каскадные ошибки, корень которых лежит в неправильном проектировании потока данных или управления состоянием, остаются за пределами данной упрощённой модели. Студенты, воспитанные в такой парадигме, часто демонстрируют слабые навыки работы с профессиональными отладчиками, анализаторами памяти (профилировщиками) и инструментами статического анализа [6, 7].

5. Долгосрочные метакогнитивные эффекты и успешность в последующих дисциплинах

Анализ академических траекторий студентов позволяет выявить устойчивые долгосрочные эффекты выбора первого языка.

Курс, к примеру, «Алгоритмы и структуры данных». Студенты, освоившие C++, имеют более осознанный подход к выбору структур данных, так как их ментальная модель включает не только абстрактные свойства (сложность операций), но и физические (расположение в памяти, затраты на аллокацию). Студенты Python-траектории могут испытывать сложности с переносом абстрактных алгоритмов на языки со статической типизацией и явным управлением памятью.

Курсы, например, «Архитектура ЭВМ» и «Операционные системы». В случае изучения первым языком C++ эти курсы становятся логичным раскрытием и формализацией уже интуитивно понятных концепций: иерархия памяти, работа кэша, механизм системных вызовов, управление виртуальной памятью. Их ментальная модель легко расширяется и детализируется. Для группы Python те же темы зачастую предстают как совершенно новый, оторванный от предыдущего опыта пласт знаний, что создаёт эффект «двойного погружения» и значительную дополнительную когнитивную нагрузку.

Проектная и профессиональная деятельность. Восходящий подход формирует тип мышления, характерный для системного архитектора или инженера, который способен проектировать компоненты с учётом ограничений производительности, ресурсов и надёжности. Нисходящий подход, особенно на ранних этапах, эффективнее формирует мышление прикладного разработчика или специалиста по данным, для которого скорость реализации и использование мощных сторонних библиотек являются приоритетом.

Таким образом, сравнительный анализ позволяет утверждать, что восходящий подход является методологически более эффективным для формирования прочной, многоуровневой и системной ментальной модели программиста в рамках фундаментальной подготовки инженерно-технических специальностей. Несмотря на более высокую первоначальную когнитивную нагрузку, он создаёт беспрецедентный по глубине фундамент, обеспечивающий осознанное освоение последующих дисциплин и технологий. Нисходящий подход демонстрирует высокую эффективность в достижении быстрых практических результатов и может быть рекомендован для траекторий, ориентированных на прикладное применение, либо как логичный следующий этап обучения после формирования базовой системной модели на C++.

Выводы

Начать изучение программирования с языка C++ можно рассматривать как стратегическую инвестицию в формирование фундаментальных компетенций. Данный подход действительно требует значительных временных затрат и усилий на начальном этапе создания даже простых программ. Однако в результате у обучающегося формируется устойчивая ментальная модель программиста, глубоко понимающего принципы работы вычислительных систем. Такой базис обеспечивает впоследствии лёгкий и, что важнее, осознанный переход к языкам более высокого уровня абстракции, таким как Python, Java или C# и другим. Обратная траектория – переход от этих

языков к C++ – традиционно сопряжена с существенными трудностями. Эти сложности обусловлены прежде всего отсутствием сформированного понимания низкоуровневых механизмов управления памятью, данными и вычислительными ресурсами, что в свою очередь может приводить к снижению мотивации и нежеланию браться за решение сложных ресурсоёмких задач, остающихся критически востребованными в современных технологиях.

Таким образом, изучение C++ в качестве первого языка выходит за рамки усвоения его синтаксиса. Этот подход является долгосрочным образовательным решением, целенаправленно формирующим архитектурное, ресурсно-ориентированное и производительно-оптимизационное мышление. Именно эти компетенции лежат в основе подготовки инженера-программиста, способного к системному анализу, качественному проектированию и решению задач высокой степени сложности.

Благодарности

Автор выражает благодарность зав. каф. АСУ В.В. Романенко за поддержку данной работы.

Литература

1. Косова А.Е. Язык Дракон как средство повышения качества профессиональной компетентности // Современное образование: повышение профессиональной компетентности преподавателей вуза – гарантия обеспечения качества образования : междунар. науч.-метод. конф. Томск, 2018. С. 89–91.

2. Википедия. ДРАКОН. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/ДРАКОН (дата обращения: 1.12.2025).

3. Паронджанов В.Д. Учись писать, читать и понимать алгоритмы. Алгоритмы для правильного мышления. Основы алгоритмизации. М.: ДМК Пресс, 2012. 520 с.:

4. Википедия. C++. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B (дата обращения: 1.12.2025).

5. Википедия. Python. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Python (дата обращения: 1.12.2025).

6. Документация по C++. URL: https://learn.microsoft.com/ru-ru/cpp/cpp/?view=msvc-170 (дата обращения: 10.12.2025).

7. Python 3.14.2 documentation. URL: https://docs.python.org/3/ (дата обращения: 10.12.2025).

Косова Анастасия Евгеньевна
Ст. преподаватель кафедры автоматизированных систем управления Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Тел.: 8 (382-2)-70-15-46
Эл. почта: kosova_ae@mail.ru

A.Ye. Kosova

Formation of the System Mental Model of a Programmer: Comparative Analysis of Effectiveness of Bottom-up (C++-first) and Top-down (Python-first) Teaching Approaches in Basic Course of 'Programming' Fundamental Discipline

Nowadays, when entering the university students have the knowledge of at least one programming language, normally it is Python. In recent years, more students have mastered the basics of this language at the pre-university stage that has its positive aspects. However, the author notes some certain disadvantages and costs of learning this language as the first one. In the paper, the advantages and reasons for learning C/C++ as the first language are considered. That it affects the purposeful formation of high-quality engineering thinking among students while with initial Python studying it is less achievable is presented.

Keywords: fundamental discipline, programming, quality of education, engineering thinking, systems thinking, C/C++, Python.

References

1. Kosova A.E. Yazyk Drakon kak sredstvo povysheniya kachestva professional'noj kompetencii [DRAKON Language as a Means of Improving the Quality of Professional Competence]. Sovremennoe obrazovanie: povyshenie professional'noj kompetentnosti prepodavatelej vuza – garantiya obespecheniya kachestva obrazovaniya: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferenciya [Modern Education: Enhancing the Professional Competence of University Teachers as a Guarantee of Education Quality. Proc. of the International Scientific and Methodological Conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2018, pp. 89–91 (in Russ.).

2. Wikipedia. DRAKON (in Russ.). Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki ДРАКОН (accessed: 1December 2025).

3. Parondzhanov V.D. Uchis' pisat', chitat' i ponimat' algoritmy. Algoritmy dlya pravil'nogo myshleniya. Osnovy algoritmizacii [Learn to Write, Read, and Understand Algorithms: Algorithms for Correct Thinking. Fundamentals of Algorithmization]. DMK Press Publ., 2012. 520 p. (in Russ.).

4. Wikipedia. C++ (in Russ.). Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B (accessed: 1December 2025).

5. Wikipedia. Python (programming language) (in Russ.). Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Python_(programming_language) (accessed: 1December 2025)

6. C++ Documentation (in Russ.). Available at: https://learn.microsoft.com/en-us/cpp/cpp/?view=msvc-170 (10 December 2025).

7. Python Software Foundation. Python 3.14.2 documentation (in Russ.). Available at: https://docs.python.org/3/ (10 December 2025).

Anastasia Ye. Kosova
Senior lecturer, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: + (382-2) 70-15-46
Email: kosova_ae@mail.ru

УДК 378.147

А.Ю Якимук, Е.С. Катаева

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФИЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН ПО ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МОДУЛЬНОМ ФОРМАТЕ

Представлен комплексный анализ эффективности модульного формата обучения на основе эмпирических данных о выполнении практических и лабораторных работ студентами 4-го курса. Исследование демонстрирует, что внедрение модульной системы с рейтинговым оцениванием обеспечивает равномерное распределение учебной нагрузки в течение модуля и эффективные механизмы мотивации через четкие сроки.

Ключевые слова: модульное обучение, образовательный процесс.

Особенности модульного подхода

На факультете безопасности, начиная с 2020/21 учебного года, проводится эксперимент, основанный на модульном подходе к графику учебного процесса [1]. Лабораторные и практические работы в модульной системе обучения играют ключевую роль, выступая не просто как вспомогательные компоненты, а как основная форма взаимодействия студентов с изучаемым материалом. После каждого модуля проводится контрольный срез знаний в формате зачета или экзамена.

Ключевой особенностью модульной системы является распределение практических и лабораторных работ не только в конце модуля, а на протяжении всего периода обучения, что предотвращает скопление нагрузки и способствует регулярной систематической работе студентов. Каждой работе устанавливается крайний срок сдачи, что создает стимул для своевременного выполнения задач. Система оценивания базируется на рейтинговом подходе, где каждому студенту известны максимальные баллы за выполнение каждого задания, что обеспечивает объективность оценивания и исключает субъективное отношение преподавателя.

Краткая характеристика дисциплины

Было решено провести оценку эффективности реализации профильных дисциплин в модульном формате на примере прикладной криптографии. Данная дисциплина ориентирована на практическое применение криптографических методов в системах защиты информации и развитие навыков администрирования и проверки работоспособности криптографических средств. С учетом специфики дисциплины основной объем учебной нагрузки накладывается на практические и лабораторные занятия. Всего студентам для получения зачетов необходимо выполнить и защитить 4 практических и 7 лабораторных работ. Распределение часов дисциплины по неделям представлено на рисунке 1.

Виды обучения	Итого	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23
Прикладная криптография																							
Лекции	22							6	4	4	4	4											
Лаб. работы	32							4	4	8	8	8											
Практики	10							2	2	2	2	2											
Зачет																							

Рисунок 1 – Распределение учебной нагрузки по неделям модуля

Динамика сдачи практических и лабораторных работ

Анализ статистики сдачи практических работ в группах 712–1, 712–2, 722–1, 732–1 и 742–1 выявляет четкую закономерность, подтверждающую теоретические преимущества модульного обучения. В целом в течение модуля было выполнено 93–94% практических работ, что соответствует проценту выполнения 85,3%. На графике (рисунок 2) приведена сводная информация о количестве студентов, сдавших каждую из практических работ на указанной неделе. Под неделями с номерами 1–5 значатся учебные недели в модуле, соответствующие неделям 7–11 из графика на рисунке 1. Недели 0 и 6 соответствуют периоду до начала модуля и зачетной неделе соответственно.

Крайний срок сдачи практических работ был обозначен таким образом, чтобы студенты могли выполнить задание на текущем занятии и сдать его во время следующей пары. В результате крайний срок сдачи первой практической работы был установлен на 2-й неделе модуля. По остальным практическим работам аналогично были назначены даты сдачи на

следующие недели. Именно поэтому на первой неделе модуля только 17,4% студентов сдали первую практическую работу. Однако ко 2-й неделе, на которую назначен крайний срок сдачи работы, количество студентов возрастает до 34,9%. Данный показатель отражает начало стадии изучения дисциплины и постепенное понимание особенностей применения криптографических функций в программных средствах.

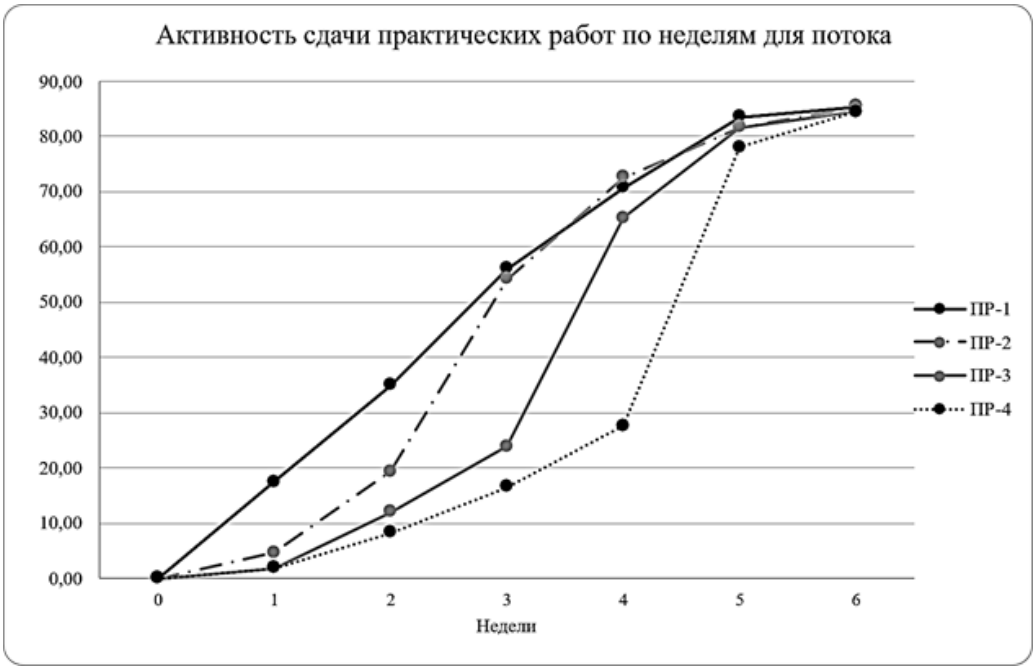


Рисунок 2 – График активности сдачи практических работ студентами

Стоит учесть, что по остальным практическим работам также присутствует некоторое количество студентов, сдавших данную работу на первой неделе: 4,6, 1,8 и 1,8% соответственно. Данное обстоятельство связано с тем, что в электронном курсе предоставлен доступ к досрочному выполнению работ.

К третьей неделе происходит скачок в выполнении: доля студентов, сдавших практическую работу № 1, достигает 56,0%, по остальным работам 54,1, 23,9 и 16,5% соответственно. Особенно впечатляющие результаты наблюдаются на четвертой-пятой неделях, когда почти три четверти студентов сдают работы. К моменту сдачи зачета (неделя 6) показатели стабилизируются на уровне 84–85% для всех четырех практических работ. Такая динамика не является недостатком, а напротив, свидетельствует о правильной работе модульной системы: студенты имеют время на понимание материала, они видят четкий крайний срок, и большинство успевает выполнить работу в установленные сроки.

Статистика сдачи лабораторных работ демонстрирует похожую ситуацию. В целом было сдано 95–99 лабораторных работ по каждому разделу из 109, это соответствует проценту выполнения 87,9–90,8%, что превышает показатели выполнения практических работ. Данное обстоятельство связано с тем, что по лабораторным занятия в расписании стоят чаще, чем практические работы. В результате сроки сдачи по каждой из работ наступают гораздо раньше, что способствует заинтересованности студентов в более оперативном выполнении лабораторных. Динамика сдачи лабораторных работ представлена на рисунке 3. Обозначение недель соответствует описанию графика сдачи практических работ, представленному ранее.

На первой неделе модуля первая лабораторная работа (ЛР-1) уже была сдана 25,7% студентов, что существенно выше, чем для практических работ. Это может указывать на то, что лабораторные работы начинаются раньше или что студенты придают им больший приоритет. Ко второй неделе показатель для ЛР-1 резко возрастает до 75,2%, демонстрируя интенсивную работу студентов. Такой резкий рост свидетельствует, что крайний срок сдачи работает как мощный мотиватор, заставляя студентов сконцентрировать усилия на выполнении данного класса задач.

Последовательные лабораторные работы (ЛР-2, ЛР-3, ЛР-4, ЛР-5, ЛР-6, ЛР-7) показывают постепенное замедление темпа сдачи в начале модуля, но эта закономерность исчезает к сроку сдачи. На пятой-шестой неделе показатели для всех лабораторных работ стабилизируются на уровне 86–91%. Это свидетельствует о том, что студенты, правильно понимая требования модульной системы, успевают выполнить все работы в установленные сроки.

Рисунок 3 – График активности сдачи лабораторных работ студентами

Анализ текущей успеваемости по дисциплине

В связи с тем что при выставлении оценки по дисциплине применяется рейтинговая система [2], выполнение лабораторных и практических работ является необходимым условием для получения положительной оценки студентом. Однако данное условие не является достаточным. Также учитывается посещаемость и прохождение итогового тестирования по пройденному материалу.

Статистика посещения лекций показывает относительно стабильные показатели по всем группам. Например, общее количество посещений по всем пяти группам варьируется от 79 до 94 студентов на каждой лекции, что при общем контингенте в 109 студентов соответствует посещаемости от 72,5 до 86,2%. Такие показатели выше, чем обычно наблюдается в традиционных системах образования, и свидетельствуют о высокой вовлечённости студентов.

Наиболее интересно, что посещаемость сохраняется на высоком уровне даже на поздних лекциях, когда в традиционных семестрах обычно наблюдается ее резкое падение. На лекциях 9 и 10 присутствовало 79 студентов из 109, что соответствует 72,5%. Это подтверждает, что модульная система поддерживает мотивацию студентов на протяжении всего периода обучения, не допуская ослабления их интереса к предмету.

Результаты по сдаче зачета варьируются между группами, но все группы показали приемлемые результаты в контексте модульного обучения. В таблице 1 приведена сводная информация о сдаче зачета по дисциплине, где данные соответствуют моменту написания статьи. В связи с этим к концу семестра ожидается увеличение количества успешно сдавших дисциплину студентов.

Таблица 1 – Статистика сдачи зачета по дисциплине в рамках модуля

Группа	Студентов	Сдали зачет	%	Допущены к зачету
712-1	20	19	95,00	1
712-2	15	11	73,33	
722-1	20	15	75,00	
732-1	28	24	85,71	
742-1	26	21	80,77	1
Всего	109	90	82,57	2

Разнообразие результатов указывает на важность дополнительных факторов помимо самой модульной системы: качество преподавания, мотивация студентов, характеристики контингента, уровень сложности материала. Однако общий средний показатель успешной сдачи зачета составляет 82,6% (90 из 109 студентов), что значительно превышает показатель абсолютной успеваемости для традиционной семестровой системы обучения по университету [2].

Заключение

Анализ статистики выполнения практических и лабораторных работ студентами (109 человек в пяти группах) убедительно подтверждает теоретические преимущества модульного формата обучения. Общий показатель успешной сдачи зачета в 82,6% указывает на эффективность системы в целом.

Модульная система создает оптимальные условия для обучения, мотивируя студентов к систематической

работе, предоставляя четкие критерии оценивания и давая им достаточно времени и гибкости для того, чтобы глубоко понимать материал и применять полученные знания на практике. Такой формат обучения не только повышает успеваемость, но и готовит выпускников к реалиям профессионального мира, где требуется самоорганизация, ответственность и способность применять знания к решению реальных задач.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках базовой части государственного задания ТУСУРа на 2023–2025 гг. (проект № FEWM-2023-0015).

Литература

1. Эффект внедрения модульной системы обучения на факультете безопасности / Е.М. Давыдова [и др.] // Перспективы науки и образования. 2025. № 1. С. 149–169. URL: https://doi.org/10.32744/pse.2025.1.10.

2. Итоги летней экзаменационной сессии 2024/2025 учебного года // Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). Решение Ученого совета от 15.09.2025. Томск, 2025. URL: https://storage.tusur.ru/files/183658/2024-2025.pdf (дата обращения: 18.12.2025).

Якимук Алексей Юрьевич
Канд. техн. наук, доцент каф. комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0001-9736-7658
Тел.: +7 (3822) 70-15-29
Эл. почта: yay@fb.tusur.ru

Катаева Елена Сергеевна
Ст. преподаватель каф. комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0001-9736-7658
Тел.: +7 (3822) 70-15-29
Эл. почта: kes@fb.tusur.ru

A.Yu. Yakimuk, E.S. Kataeva

Effectiveness Assessment of Implementing Specialized Information Security Disciplines in a Modular Format

The article is devoted to a comprehensive analysis of the effectiveness of the modular training format based on empirical data on the performance of practical and laboratory work by the four-year students. That the implementation of a modular rating system ensures an even distribution of the academic load during the module and effective motivation mechanisms through clear schedules is described.

Keywords: modular learning, educational process.

References

1. Shelupanov A. A., Davydova E. M., Konev, A. A., Yakimuk A. Yu. [The effect of introducing a modular training system at the Faculty of Security]. Perspectives of Science and Education, 2025, no. (1), pp. 149–169 (in Russ.). Available at: https://doi.org/10.32744/pse.2025.1.10 (accessed: 18 December 2025).

2. Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics (TUSUR), 'Results of the summer examination session 2024/2025', Decision of the Academic Council, Tomsk, Sept. 15, 2025. (in Russ.). Available at: https://storage.tusur.ru/files/183658/2024-2025.pdf. (accessed: 18 December 2025).

Alexey Yu. Yakimuk
Candidate of Engineering Sciences, Associated Professor, Department of Complex Information Security of Computer Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0001-9736-7658
Phone: +7 (382-2) 70-15-29
Email: yay@fb.tusur.ru

Elena S. Kataeva
Senior Lecturer, Department of Complex Information Security of Computer Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0001-9736-7658
Phone: +7 (382-2) 70-15-29
Email: kes@fb.tusur.ru

УДК 330.341.42

С.Н. Лепихина, К.В. Макаревич

ЗАЧЕМ УНИВЕРСИТЕТУ РАЗВИВАТЬ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИЕ КОМПЕТЕНЦИИ У СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ?

Формирование новой модели долгосрочного экономического роста в России требует структурных изменений её экономики, в основе которых повышение доли и значимости сложных высокотехнологичных производств. Такая цель достигается в том числе путем культивирования и развития инженерного образования и технологического предпринимательства, выстраивания системы поддержки малых технологических компаний, встраивания их в проекты по обеспечению технологического лидерства. В результате анализа новостных сообщений официального сайта ТУСУРа, материалов исследований нобелевских лауреатов по экономике 2025 года, иных научных источников информации обоснована необходимость развития предпринимательских компетенций у студентов инженерно-технических специальностей для формирования экосистемы технологического предпринимательства вуза и страны.

Ключевые слова: предпринимательские компетенции, инженерное образование, предпринимательский университет, экономический рост.

Введение

Задача построения новой модели интенсивного роста экономики страны актуальна не только для ее руководителей. Особая роль в ее решении лежит на вузах как интеграторах образования, науки и бизнеса. Результатом такого взаимодействия должно стать появление новых технологий и формирование новых индустрий в стране. В основе этого – создание и развитие обширных сетей взаимодействия студентов, преподавателей, ученых, представителей бизнеса и государства с инфраструктурными элементами (бизнес-инкубаторами, технопарками, лабораториями) для формирования экосистемы генерации, развития и коммерциализации инновационных высокотехнологичных идей, превращения их в успешные стартапы, обеспечения технологического роста и построения экономики будущего страны [1].

ТУСУР как предпринимательский университет

Ещё в 2018 году, выступая на расширенном заседании учёного совета Томского государственного университета систем управления, ректор, а ныне президент ТУСУРа, А.А. Шелупанов, заметил, что ТУСУР «давно де-факто является исследовательским и предпринимательским» [2].

Звание предпринимательского исследовательского инновационного вуза страны ТУСУР заслуженно носит более четверти века, а молва о том, что ТУСУР готовит предпринимателей, распространилась далеко за пределы России. Около 80% наукоёмкой продукции Томской области производится предприятиями, входящими в инновационный пояс ТУСУРа. Его выпускники основали более 210 высокотехнологичных компаний, уже в 2024 году создано 25 таковых, специализирующихся на информационных технологиях, электронике и связи. Университет активно поддерживает такую предпринимательскую активность, сотрудничая с этими компаниями.

ТУСУР входит в перечень университетов страны, обеспечивающих подготовку инженеров и научных разработок для технологического лидерства, модернизируя образовательные программы инженерных направлений через проектно-технологическое обучение, обеспечивая ускоренную адаптацию к практике и принятию инженерных и управленческих решений.

По данным рейтинга предпринимательских университетов и бизнес-школ ТУСУР постоянно подтверждает свой статус предпринимательского вуза России и «генератора новой экономики» благодаря высокому уровню инноваций, количеству успешных стартапов и доле выпускников – технологических предпринимателей мирового уровня [3].

Таким образом, ТУСУРу удается создать особую атмосферу предпринимательского инновационного духа в вузе, практико-ориентированное пространство, способствующее симбиозу науки и практики и влияющее на качество предоставляемого образования, подготовку кадров для экономики и имеющих большое влияние на уровень развития бизнеса в стране, а также на привлечение инвестиций в вуз.

Нобелевские лауреаты по экономике об экосистеме предпринимательского университета

Идея о значимости формирования уникальной культурной и институциональной среды, способствующей устойчивому развитию стартапов и инноваций, проходит красной нитью в исследованиях лауреатов Нобелевской премии по экономике 2025 года Дж. Мокира, Ф. Агийона и П. Ховитта.

Мокир Дж. исследовал историю ключевых технических достижений со времен античности и выделил факторы, оказавшие влияние на технологическую креативность и прогресс общества. Основной предпосылкой устойчивого экономического роста и построения «технологического креативного общества», по

мнению Мокира, является открытость этого общества к новым идеям и изменениям, совместная эволюция науки и технологических изменений, приправленные практическими навыками и их обменом между обществами. Мокир отмечает, что «непрерывно изменяющаяся мозаика технологически креативных обществ возникла благодаря политическому и ментальному разнообразию» [4, с. 472].

Агийон Ф. и Ховитт П., развивающие идеи Йозефа Шумпетера о творческом разрушении и инновациях, в своих исследованиях объяснили, как технологический прогресс, научно-исследовательская бизнес-среда и честная конкуренция стимулируют долгосрочный экономический рост и повышают производительность [5].

Концепции нобелевских лауреатов по экономике 2025 года напрямую применимы к созданию и развитию предпринимательских университетских экосистем как «технологических креативных обществ», где сочетаются образование, наука и бизнес, происходит постоянный взаимообмен знаниями, генерируется технологическое предпринимательство через развитие и коммерциализацию инновационных высокотехнологичных идей, что является ключом к обеспечению долгосрочного экономического роста.

Интеграция фундаментальных исследований с практическими проектами позволяет инженерным вузам формировать особую культуру инновационного роста, институциональную среду, открытую изменениям, где через лаборатории, акселераторы, партнерства с бизнесом студенты и преподаватели могут тестировать свои идеи на рынке, где новые стартапы конкурируют, развивают, а иногда и «восстают» против уже существующих проектов университетов, вытесняя слабые, и где гранты, патенты, бизнес-инкубаторы мотивируют и стимулируют студентов на инновации, несмотря на риски.

Развитие предпринимательских компетенций у студентов

В результате рейтингования предпринимательских университетов и бизнес-школ в 2023 году отмечено, что более половины технологических предпринимателей – основателей компаний, имеющих российское происхождение, получили техническое образование [3]. Такой вывод косвенно подтверждает тезис о том, что технари часто становятся успешными предпринимателями, а также является обнадеживающим обоснованием возможности ускоренного технологического развития страны за счет создания технологических компаний студентами инженерно-технических специальностей, имеющих возможности получать знания в сфере предпринимательства и развивать свои предпринимательские способности.

Студенты – ценный ресурс на рынке труда, им по силам стать двигателем прогресса в сфере технологического предпринимательства. У них есть необходимый запал, большое количество энергии для свершений, они не боятся рисковать, что важно в предпринимательстве.

Предпринимательские компетенции – это навыки и умения, которые необходимы для успешного ведения бизнеса. Это лидерские качества, стратегическое мышление, знание основ маркетинга, финансовая грамотность, креативность, самосознание, умение проявлять инициативу, работать в команде. Это, скорее, образ мышления и умение воплощать идеи в действия.

Необходимо плавно внедрять в образовательный процесс студентов инженерно-технических специальностей идеи клиентоориентированности и клиентоцентричности, научить проводить анализ рынка и выявлять потребности клиентов, приобрести понимание, какие именно технические решения и продукты будут актуальны и способны решить проблемы общества. Нужно показать ценность идеи стать предпринимателем, развить предпринимательское мышление, которое пригодится в будущей профессиональной деятельности. Как к этому прийти? Что нужно сделать, какие навыки получить? Замотивировав обучающихся, преподаватели постепенно познакомят студентов с миром предпринимательства и покажут важность взаимосвязи предпринимательских навыков и основного направления обучения. Постоянное подкрепление этой взаимосвязи, мотивация студентов, а также напоминание о том, какую ценность данные навыки будут иметь для каждого из студентов – всё это и есть развитие предпринимательских компетенций у студентов инженерно-технических специальностей. А вуз создаст благоприятные условия для реализации студенческих проектов, поможет установить конструктивные взаимоотношения между студенческим стартапом и бизнесом, обществом и властью, обеспечит экономические, правовые и организационные условия для поддержки и развития молодежных инициатив [6]. И тогда в социуме появится личность, которая будет в состоянии использовать новые полученные в вузе предпринимательские компетенции как способ генерации инновационных идей.

Заключение

Таким образом, вузам необходимо развивать предпринимательские компетенции у студентов. Включая в образовательные программы инженерно-технических специальностей предпринимательские дисциплины, вузы распространяют новые знания о технологическом предпринимательстве, поддерживают молодежное стартап-движение и организуют институциональную и культурную среду для свободного обмена идеями, их критики и экспертизы, тем самым они создают особую предпринимательскую экосистему, формируют фундаментальный актив будущего страны и закладывают основу для ее долгосрочного экономического роста.

Литература

1. Комарова О.В. Анализ тенденций развития предпринимательских экосистем // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2024. № 10-2 (97). С. 232–234.

2. Официальный сайт ТУСУРа [Электронный ресурс]. URL: http://tusur.ru (дата обращения: 15.12.2025).

3. Толмачев Д., Игошина Е., Перечнева И. Генераторы новой экономики. // Эксперт. Промышленность. 2024. URL: https://expert.ru/promishlennost/generatory-novoy-ekonomiki/ (дата обращения: 15.12.2025).

4. Мокир Дж. Рычаг богатства. Технологическая креативность и экономический прогресс / пер. с англ. Н. Эдельмана ; под науч. ред. Т. Дробышевской, А. Смирнова. М.: Изд-во Института Гайдара, 2014.504 с.

5. Aghion P., Peter Howitt. A Model of Growth Through Creative Destruction // Econometrica. 1992. Vol. 60, N 2. P. 323–351. URL: https://doi.org/10.2307/2951599. Accessed 17 Dec. 2025.

6. Молодежное стартап-движение / Е. Гончаренок [и др.] // Наука и инновации. 2024. № 7. С. 11–15.

Лепихина Светлана Николаевна
Ст. преподаватель каф. автоматизации обработки информации Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (382-2) 41-47-01
Эл. почта: svetlana.n.lepikhina@tusur.ru

Макаревич Ксения Викторовна
Студентка каф. автоматизации обработки информации Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7-913-116-85-40
Эл. почта: kcusha3103@gmail.com

S.N. Lepikhina, K.V. Makarevich

Why Should Universities Develop Entrepreneurial Competencies among Engineering Students?

The formation of a new model of long-term economic growth in Russia requires structural changes in its economy, which are based on increasing the share and importance of complex high-tech industries. This goal is achieved, among other things, by cultivating and developing engineering education and technological entrepreneurship, building a support system for small technology companies, and embedding them in projects to ensure technological leadership. Based on the analysis of news reports from the official website of TUSUR, research materials of Nobel laureates in economics in 2025, as well as other scientific information sources, the need for developing entrepreneurial competencies among engineering students for the formation of the country and university technological entrepreneurship ecosystem is justified.

Keywords: entrepreneurial competencies, engineering education, entrepreneurial university, economic growth

References

1. Komarova O. V. [Analysis of trends in the development of entrepreneurial ecosystems]. International Journal of Humanities and Natural Sciences, 2024, no. 10-2 (97), pp. 232-234 (in Russ.).

2. Official website of TUSUR. (in Russ.). Available at: http://tusur.rutusur.ru (accessed: 15 December 2025).

3. Tolmachev D., Igoshina E., Perechneva I. [Generators of the new economy]. ‘Expert’, Promyshlennost', 2024. (in Russ.). Available at: https://expert.ru/promishlennost/generatory-novoy-ekonomiki/ (accessed: 15 December 2025).

4. Mokir J. Rychag bogatstva. Tekhnologicheskaya kreativnost' i ehkonomicheskij progress [Lever of wealth. Technological creativity and economic progress]. Moscow, Gaidar Institute Publ., 2014. 504 p. (in Russ.).

5. Aghion Philippe, Peter Howitt. A Model of Growth Through Creative Destruction. Econometrica, 1992, vol. 60, no. 2, 1992, pp. 323–51. Available at: https://doi.org/10.2307/2951599. (accessed: 17 December 2025).

6. Goncharenok E., Nilova O., Rikhtikova A., Malchevsky E. [Youth start-up movement]. Science and Innovation, 2024, no. 7, pp. 11-15 (in Russ.).

Svetlana N. Lepikhina
Senior lecturer, Department of Data Processing Automation, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 41-47-01
Email: svetlana.n.lepikhina@tusur.ru

Ksenia V. Makarevich
Student, Department of Data Processing Automation, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7-913-116-85-40
Email: kcusha3103@gmail.com

УДК 378

Е.М. Окс, О.В. Воеводина

ПРИМЕНЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ

Представлены результаты экспериментального исследования эффективности педагогических усилий по совершенствованию критического мышления студентов в процессе обучения дисциплине «Физика». Зафиксирована положительная динамика. Высокий уровень развития вырос на 7%, средний понизился на 2%, низкий понизился на 5%. В результате уровни составили: высокий – 29%, средний – 59%, низкий – 12%.

Ключевые слова: компетенция XXI века, физика, эксперимент, уровень развития мышления, метод тестирования, наблюдение.

Государственная программа «Развитие образования», продленная Правительством России до 2030 года, включает в себя ряд инициатив, направленных на обновление содержания образования. Среди них – положения Концепции развития непрерывного образования взрослых в Российской Федерации, согласно которой образовательный процесс должен обеспечивать обучающимся умение «быстро адаптироваться к динамическим изменениям, критически осмысливать полученные данные и осваивать новые виды производственной деятельности» [1]. Это значит, что выпускники вузов должны обладать критическим мышлением, позволяющим достойно отвечать на вызовы жизни. Педагогическая технология развития критического мышления (ТРКМ) работает на выполнение данного социального заказа. Обладание навыками критического мышления, компетенции XXI века, обеспечивает способность к анализу, помогает и в учебе, и в профессиональной деятельности, и в повседневной жизни.

Обзор научных трудов по теме развития критического мышления

Обзор научной литературы [2–7] выявил интерес и уважение мирового педагогического сообщества к трудам научной школы Л.С. Выготского [2]. Работает теория зоны ближайшего развития, принципы социокультурного развития.

Из трудов по данной теме ученого и психолога С.Л. Рубинштейна [3] следует вывод о том, что «мышление не просто сопровождается действием или действие – мышлением; действие – это первичная форма существования мышления».

Концепции Л.С. Выготского, С.Л. Рубинштейна углубляются в трудах психолога и педагога А.Н. Леонтьева, который писал, что «в изучении развития психики следует исходить из развития деятельности...» [4]. Под деятельностью понимается форма активности, направленная на познание и совершенствование окружающей действительности и самого человека.

Внимание возможностям развития критического мышления уделяется и в более поздних работах [5; 6]. Например, результативно работает на этот процесс методика опорных сигналов педагога-новатора В.Ф. Шаталова [5]. Продуктом успешного развития «нравственного аспекта» критического мышления является «информационно-личностная безопасность» человека [6].

Ключевая фигура зарубежной психологии, американский психолог Д. Халперн [7] определяет критическое мышление как умственную деятельность, результаты которой отличаются обдуманностью, разумностью, целеустремленностью. Это способность не врождённая, а подлежащая развитию.

Анализ психолого-педагогической литературы говорит о том, что в настоящее время развитие критического мышления, ключевой компетенции XXI века, – это одно из главных направлений педагогической деятельности. Использование ТРКМ в образовательном процессе вуза содействует воспитанию востребованного государством и обществом современного специалиста.

Использовавшиеся в работе методические приёмы

Основа педагогической технологии РКМ – дидактический цикл, включающий три стадии учебного процесса: «вызов – осмысление – рефлексия».

Существует достаточно большое количество приемов развития критического мышления учащихся, работающих на всех трёх стадиях. В данном исследовании наиболее часто использовались следующие.

✓ Прием «чтение с остановками», перекликающийся с методом Сократа. Суть приема: в ходе изложения материала преподаватель делает остановки, во время которых предлагает студентам дать ответ на определяемый темой занятия вопрос. Далее преподаватель реагирует на полученные (в данном исследовании письменные) ответы и, если ответ содержит ошибку, задает наводящие вопросы, позволяющие автору ошибки ее понять и исправить.

✓ Прием «ключевые слова и выражения». Из учебного материала выбираются ключевые термины,

понятия, формулы. Студентам следует дать их объяснение, установить наличие связи между этими понятиями, что развивает навыки анализа, сравнения, структурирования информации.

✓ Прием «верю – не верю». По учебному материалу составляется список утверждений, среди которых есть верные, а также не соответствующие действительности. Студенты должны оценить их достоверность. Прием содействует развитию навыка не принимать все на веру, а искать доказательства.

✓ Прием «Кластер». Графическая схема похожа на звезду с окружающими ее планетами и спутниками планет. «Звезда» – это основное понятие, тема. «Планеты» – крупные смысловые единицы данной темы. «Спутники планет» – менее значительные смысловые единицы. Кластер преподавателя мог быть «правильным» или «неправильным». «Неправильный» включал блоки, соединённые линиями со «звездой», но не имеющими к данному понятию отношения, что и требовалось обнаружить студенту. Составление кластера студентом содействовало развитию навыка систематизации знаний, выявления логических связей.

✓ Прием «Круги на воде». В данной работе в виде вертикального столбика записывалось ключевое слово – понятие, явление из учебного материала темы, рассматриваемой на данном занятии. Студентам предлагалось на каждую букву слова в столбике подобрать из рассматриваемого учебного материала и горизонтально подписать понятие, содержащее ту же самую букву. Получался мини-кроссворд быстрого исполнения. Составление полноценного кроссворда, требующего большего времени, являлось домашним заданием.

Развитие критического мышления студентов при решении задач

Основой критического мышления видная фигура психологии, идеи которой разделяют многие ученые, Дайяна Халперн [7] считает дедуктивное мышление. Именно метод дедукции лежит в основе решения задач по физике.

Решение задачи начинается с понимания её условия, которое дано словами, требующими «расшифровки» и перевода с языка физики на язык математики.

Побудительная сила мышления – вопросы. Они активизируют интеллектуальную энергию студентов. Наводящие вопросы преподавателя помогают «расшифровке», пониманию того, какие общие законы физики применимы к данной задаче, и содействуют при этом развитию навыков критического мышления.

Многие задачи по физике могут быть решены несколькими способами, на основе того или другого подхода. Получив два варианта решения одной и той же задачи, студенты оценивали оба варианта, определяли достоинства и недостатки каждого, что способствовало формированию важного навыка продуманного выбора, принятия обоснованного решения.

Результаты проведенного исследования

В исследовании по выяснению результативности педагогических усилий, направленных на совершенствование критического мышления студентов в ходе обучения дисциплине «Физика», принимали участие 54 студента первого курса института радиоэлектронной техники ТУСУРа и вторая небольшая группа студентов-вечерников второго курса, включающая десять человек.

Контроль за ходом эксперимента осуществлялся методом тестирования, а также путем наблюдения. Тест, использовавшийся для проверки сформированности критического мышления, представлял собой модификацию образца, представленного в [8]. Показатель развития критического мышления студентов подразделялся на три уровня: высокий (набрано 80% от максимально возможных баллов), средний (60–79%) и низкий (меньше 60%). Анализ результатов тестирования в начале эксперимента показал преобладание среднего уровня развития критического мышления студентов, составлявшего 61%. Высоким уровнем обладали 22% студентов, низкий наблюдался у 17%. При этом результаты первой и второй группы студентов (средний уровень 60%) резкого отличия не имели. Таким образом, в данном исследовании не наблюдалось влияния на результат возрастных особенностей обучающихся.

Анализ итогов тестирования на заключительном этапе эксперимента дал следующий результат. Несмотря на небольшой временной интервал (один семестр), зафиксирована положительная динамика развития критического мышления. Высокий уровень вырос на 7%, средний понизился на 2%, низкий понизился на 5%. Уровни составили: высокий – 29%, средний – 59%, а низкий – 12%. Результаты наблюдений согласуются с результатами тестирования. Использование приемов развития критического мышления способствовало положительным изменениям личностного характера. Так, наблюдалось уменьшение склонности к поспешным, необдуманным действиям, когда студент спешит ответить прежде, чем преподаватель дочитает условие задачи и даст по нему свои разъяснения. Наблюдалось укрепление дисциплины, студенты меньше опаздывали, активно работали, что свидетельствует о повышении мотивации.

Заключение

Экспериментальная проверка результативности использования преподавателем педагогических приемов, направленных на совершенствование критического мышления студентов в процессе преподавания дисциплины «Физика», выявила положительную динамику и говорит о целесообразности использования в учебном процессе ТРКМ-методики, способствующей развитию важнейшей компетенции XXI века и переходу студентов на более высокий уровень интеллектуального развития.

Литература

1. Концепция развития непрерывного образования взрослых в Российской Федерации на период до 2025 года. М., 2015. 15 с.
2. Выготский Л.С. Лекции по психологии. Мышление и речь. М.: Юрайт, 2023. 432 с.
3. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. СПб.: Питер, 2000. 712 с.
4. Леонтьев А.Н. Деятельность. сознание, личность. М.: Политиздат, 1975. 304 с.
5. Шаталов В.Ф. Педагогическая проза. Архангельск: Сев.-Зап. книж. изд-во, 1990. 383 с.
6. Арсеньев К.С. К проблеме формирования критического мышления у студентов вуза // Образование и наука. 2011. № 10. С. 68–82.
7. Халперн Д. Психология критического мышления. СПб.: Питер, 2000. 512 с.
8. Непряхин Н.Ю., Пащенко Т.В. Критическое мышление: железная логика на все случаи жизни. М.: Альпина Паблишер, 2020. 192 с.

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. сотрудник, 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

E.M. Oks, O.V. Voevodina

Use of Educational Technologies for Critical Thinking Development at the Department of Physics

The results of the experimental study of the effectiveness of pedagogical efforts to improve students' critical thinking in the process of teaching ‘Physics’ discipline are presented. A slight positive trend in critical thinking development was recorded. High levels of development increased by 7%, medium levels decreased by 2%, and low levels decreased by 5%, resulting in high levels of development at 29%, medium levels of development at 59%, and low levels of development at 12%.

Keywords: 21st-century competence, physics, experiment, level of thinking development, testing method, observation.

References

1. Kontseptsiya razvitiya nepreryvnogo obrazovaniya vzroslykh v Rossiysko Federatsii na period do 2025 goda [The concept of development of continuous education of adults in the Russian Federation for the period up to 2025]. Moscow, 2015. 15 p. (in Russ.).
2. Vygotsky L.S. Lektsii po psikhologii. Myshleniye i rech' [Lectures on Psychology. Thinking and Speech]. Moscow, Yurait Publ., 2023. 432 p. (in Russ.).
3. Rubinstein S. L. Osnovy obshchey psikhologii [Fundamentals of General Psychology]. St. Petersburg, Piter Publ., 2000. 712 p. (in Russ.).
4. Leontiev A.N. Deyatel'nost', soznaniye, lichnost' [Activity, consciousness, personality]. Moscow, Politizdat Publ., 1975. 304 p. (in Russ.).
5. Shatalov V.F. Pedagogicheskaya proza [Pedagogical prose]. Arkhangelsk, North-Western B Publ., 1990. 383 p. (in Russ.).
6. Arsenyev K.S. [On the problem of developing critical thinking in university students], Education and Science, 2011, no. 10, pp. 68–82 (in Russ.).
7. Halpern D. Psikhologiya kriticheskogo myshleniya [Psychology of critical thinking]. St. Petersburg, Piter Publ., 2000. 512 p. (in Russ.).
8. Nepryakhin N.Yu., Pashchenko. T.V. Kriticheskoye myshleniye: zheleznaya logika na vse sluchai zhizni [Critical thinking: iron logic for all occasions]. Moscow, Alpina Publisher Publ., 2020. 192 p. (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 pr., 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 Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher, professor, Department of Physics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-0991-9393
Phone: +7 (382-2) 41-33-69
Email: O.V.Voevodina@yandex.ru

УДК 621.396.41

С.А. Артищев, Н.С. Рагимова

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛИЗАЦИИ СЕТЕВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ НА ПРИМЕРЕ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Проведен анализ ключевых проблем реализации сетевой программы «2+2», реализуемой ТУСУРом совместно с СФУ по заказу АО «Решетнёв». Выявлены основные риски: неустойчивая модель «однократного набора», создающая кадровые разрывы и пиковую нагрузку на преподавателей; сложности академической и социокультурной адаптации студентов при переезде; критический финансовый дисбаланс для головного вуза. В качестве решения предлагается переход к модели ежегодного набора с расширением круга предприятий-заказчиков и унификацией учебных планов, что повысит устойчивость программы.

Ключевые слова: сетевая образовательная программа, подготовка кадров, академическая мобильность, адаптация студентов, устойчивость программы.

Сетевое обучение, под которым понимается интеграция ресурсов нескольких образовательных и/или производственных организаций для реализации совместных программ, является одним из ключевых трендов современного высшего образования. Его актуальность обусловлена необходимостью преодоления разрыва между компетенциями выпускников и динамично меняющимися требованиями реального сектора экономики, особенно в высокотехнологичных областях (closing the skills gap) [1–3]. В научной литературе [4–6] акцентируется, что сетевое взаимодействие позволяет преодолеть изолированность традиционного университетского образования. Это особенно важно при подготовке специалистов для таких наукоемких отраслей, как ракетно-космическая промышленность, где требуются узкоспециализированные знания на стыке дисциплин, которыми не может в полной мере обладать один вуз.

Опыт разработки и реализации сетевой программы

Основным назначением рассматриваемой сетевой образовательной программы по профилю «Проектирование электронных средств космических аппаратов» являлось создание интегрированной системы подготовки высококвалифицированных кадров для предприятия, сочетающей фундаментальное академическое образование в ведущих вузах Сибири с ранним погружением в производственную специфику и корпоративную культуру АО «Решетнев».

В процессе подготовки был разработан и согласован со всеми участниками учебный план, обеспечивающий преемственность образовательного процесса между Томским государственным университетом систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) (1–2-й курс) и Сибирским федеральным университетом (СФУ) (3–4-й курс). Заключен трехсторонний договор о сетевой форме реализации образовательных программ. Для адаптации образовательной технологии ТУСУРа «Групповое проектное обучение» (ГПО) к условиям СФУ и АО «Решетнев» созданы рабочие группы и согласован регламент проведения занятий. Студенты будут разделены на проектные группы и под руководством назначенных корпоративных наставников станут работать над реальными техническими заданиями (кейсами), актуальными для предприятия. Данный формат интегрирован в учебный план СФУ и является обязательным элементом подготовки, позволяя совместить теоретическое обучение с решением практических задач. Утвержден комплекс мер поддержки студентов от предприятия, включающий именную корпоративную стипендию для мотивации к академическим успехам, компенсацию расходов на проезд к месту учебы и обратно, частичную компенсацию расходов на проживание в г. Красноярске на период обучения в СФУ. Запланирована ознакомительная поездка-экскурсия для студентов на летний период 2026 года, включающая посещение кампуса СФУ и ключевых производственных объектов АО «Решетнев» для снижения стресса при переезде и укрепления связи с будущим работодателем.

Ведется активная работа кураторского сопровождения от каждого предприятия. За студентами закреплены кураторы от вузов и наставники от предприятия для решения академических, бытовых и психологических вопросов, что призвано обеспечить плавную адаптацию на всех этапах обучения.

В результате проделанной работы достигнуты следующие результаты.

1. Создана уникальная сетевая программа, полностью отвечающая кадровым потребностям АО «Решетнев».

2. Сформирована первая когорта студентов, уже интегрированная в корпоративную среду и мотивированная на дальнейшее обучение.

3. Разработана комплексная система поддержки, включающая финансовые, социальные и адаптационные механизмы, минимизирующая риски оттока студентов.

4. Адаптирована и внедрена образовательная технология ГПО, обеспечивающая прямое вовлечение студентов в производственный процесс с 3-го курса.

5. Заложены основы для успешного перехода студентов из ТУСУРа в СФУ.

Проделанная работа свидетельствует о полноценной готовности сетевой образовательной программы к реализации на всех ее этапах. Удалось не только решить организационные и методические задачи, но и создать прочную мотивационную основу для студентов, напрямую связывая их учебную деятельность с будущей профессиональной карьерой на ведущем предприятии космической отрасли. Все запланированные мероприятия находятся в стадии активной реализации. Дальнейшая работа будет сконцентрирована на мониторинге академической успеваемости студентов, организации их переезда в Красноярск и успешном запуске проекта ГПО на базе АО «Решетнев».

Выявленные проблемы и их научно-методическое обоснование

Проведем анализ ключевых проблем и методических приемов, связанных с разработкой и реализацией уникальной сетевой образовательной программы, реализуемой в ТУСУРе совместно с СФУ в г. Красноярске. Программа нацелена на подготовку высококвалифицированных кадров – конструкторов электронных средств (ЭС) для космических аппаратов в интересах АО «Решетнёв». Основная методическая коллизия заключается в уникальной модели обучения (2+2) и ее привязке к единственному предприятию-заказчику, что порождает системные риски, главным из которых является невозможность непрерывного набора студентов.

Анализ проводился на основе системного подхода, рассматривающего образовательную программу как сложную систему, взаимодействующую с внешней средой (рынок труда, законодательство, интересы предприятия). Были выделены следующие ключевые компоненты для исследования:

1) организационно-управленческий блок – координация между вузами и предприятием;

2) учебно-методический блок – содержание и преемственность образовательных модулей;

3) мотивационно-кадровый блок – работа со студентами и профессорско-преподавательским составом (ППС);

4) экономико-правовой блок – финансирование и нормативное обеспечение.

Проблема № 1: модель «однократного набора» и ее системные последствия. Привязка программы к конкретному предприятию с прогнозируемым и ограниченным количеством вакансий (КЦП в 2025 г. 20 мест) приводит к необходимости проведения набора один раз в четыре года. Даже с учетом неполного выпуска или отказа части выпускников от трудоустройства предприятие планирует закрыть потребность в данных специалистах на ближайший период. Это делает программу экономически неэффективной для вузов в долгосрочной перспективе, так как на последующие годы прием прекратится, а ресурсы ППС и инфраструктура будут простаивать или использоваться не по целевому назначению. Если к моменту выпуска студентов кадровая потребность окажется не восполнена, то может поступить запрос о повторном наборе студентов на данную сетевую программу. Однако это приведет к следующим результатам:

1) «волновое» планирование нагрузки ППС – преподаватели вынуждены перестраиваться под уникальные курсы программы, а значит, будут иметь сверхнагрузку в год набора и практическое отсутствие нагрузки в последующие три года, что может привести к их оттоку или необходимости постоянного перераспределения;

2) невозможность формирования устойчивой академической группы – отсутствие традиционных связей между курсами (старшекурсники – младшие курсы) обедняет образовательную среду, затрудняет менторство, обмен опытом, взаимодействие в рамках активной студенческой внеучебной деятельности (студотряды, волонтерство, клубы по интересам, художественная самодеятельность и т.д.);

3) риск «кадрового разрыва» на предприятии: Через 4 года предприятие получит единовременный «залп» выпускников, а затем наступит пауза, которая может привести к образованию циклических кадровых ям, что не соответствует принципу непрерывного воспроизводства кадров.

Проблема № 2: обеспечение непрерывности и преемственности учебного процесса при переходе между вузами. Модель «2+2» является инновационной, но критически уязвимой с точки зрения синхронизации учебных планов и программ дисциплин. В ходе разработки и согласования учебного плана возникали определенные трудности. Требовалась ювелирная точность в согласовании учебных планов ТУСУРа и СФУ. Знания, полученные за первые два года в Томске (базовая подготовка по фундаментальным и общим дисциплинам, схемотехнике, микроэлектронике), должны быть бесшовно интегрированы в курсы по специализированному проектированию в Красноярске. Любой дисбаланс может привести к сложности усвоения материала и академическим отставаниям. Высок риск того, что разные вузы могут по-разному трактовать содержание смежных дисциплин, а это приведет либо к повторному изучению материала, либо к появлению пробелов. Кроме того, следует выделить различие методик преподавания и оценки – вузы имеют разную академическую культуру и подходы к оцениванию. Студенты, привыкшие к

системе ТУСУРа, могут столкнуться с трудностями адаптации к системе СФУ.

Проблема № 3: социокультурная и психологическая адаптация студентов. Принудительный переезд всей учебной группы после второго курса – это не только организационная, но и серьезная психологическая нагрузка.

Студенты за два года формируют устойчивые связи, привыкают к городу и инфраструктуре. Их переезд в другой город может привести к демотивации, повышению тревожности и снижению академической успеваемости на критическом третьем курсе. Необходимо заблаговременное решение вопросов с общежитиями или арендой жилья в Красноярске для всей группы, что требует от вузов-партнеров функций, выходящих за рамки образовательного процесса.

Проблема № 4: нормативно-правовое и финансовое обеспечение. Проблема нормативно-правового и финансового обеспечения сводится к тому, что сетевое обучение – это по сути межведомственный, межбюджетный проект, который пытаются реализовать в условиях законодательства и финансовой системы, ориентированных на автономную работу отдельных учреждений. Существующие механизмы финансирования и отчетности не гибки и не адаптированы под распределенную модель образовательного процесса. Это заставляет вузы тратить колоссальные ресурсы не на содержательную работу, а на преодоление административных барьеров, что является главным сдерживающим фактором для массового распространения сетевых программ. Решение видится в разработке на федеральном уровне упрощенных и прозрачных механизмов перераспределения бюджетных средств между участниками сетевых программ и типовых регламентов документооборота. Правовая база для сетевого взаимодействия существует (Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» № 273-ФЗ, ст. 15, 76), но она носит рамочный характер и порождает множество практических трудностей. Ключевой проблемой является модель финансирования. Контрольные цифры приема (КЦП) и соответствующее бюджетное финансирование от Министерства науки и высшего образования РФ распределяются на головной вуз, который согласно договору о сетевом взаимодействии обязан компенсировать другому вузу стоимость обучения студентов за второй этап (3-й и 4-й курсы).

Выводы и рекомендации

Разработанная сетевая программа является амбициозным и потенциально крайне эффективным инструментом подготовки кадров для высокотехнологичного предприятия. Однако ее изначальная модель несет в себе фундаментальный методический изъян – непригодность для непрерывного образовательного процесса.

Предлагаются три сценария решения.

1. Корректировка модели под нужды одного предприятия – переход с модели «однократного набора» на модель «ежегодного набора с когортным принципом». Это потребует от АО «Решетнёв» гарантированного ежегодного приема на работу меньшего количества выпускников (например, 5–7 человек), что создаст на предприятии постоянный приток молодежи и позволит вузам вести непрерывный набор одной малой группой в год. Это смягчит проблемы с нагрузкой ППС и разрывом в кадрах.

2. Расширение перечня предприятий-заказчиков – специализация «Проектирование ЭС космических аппаратов» может быть востребована и на других предприятиях космической и оборонной отрасли России (например, в Самаре, Королеве, Москве и т.д.). Это превратит программу из узкоцелевой в отраслевую, позволит проводить ежегодные наборы и повысит ее устойчивость.

3. Унификация второй части программы – первые два года в ТУСУРе остаются неизменными (базовая подготовка). Вторая часть в СФУ может быть адаптирована под специфику разных предприятий за счет вариативных модулей (модуль для «Решетнёва», модуль для РКК «Энергия» и т.д.).

Заключение

Успешная реализация программы возможна только при глубокой переработке ее концепции с целью перехода от дискретной («залповой») модели к непрерывной. Наиболее методически и экономически устойчивым представляется сценарий, предполагающий расширение круга потребителей кадров при сохранении базовой сетевой модели «2+2».

Благодарности

Авторы выражают искреннюю благодарность руководству и сотрудникам Сибирского федерального университета за содействие и ценные консультации в процессе данной работы.

Глубокая признательность выражается А.В. Минакову за поддержку проекта на всех его этапах и содействие в решении организационных вопросов. Искренняя благодарность Т.Н. Попковой за высококвалифицированную работу по формированию учебного плана и подготовке нормативных документов, которая обеспечила структурную и содержательную целостность программы.

Также авторы благодарят сотрудников АО «Решетнёв» за неоценимую практическую помощь в работе со студентами, готовность делиться уникальным опытом и активное участие в профориентационной работе в процессе обучения.

Литература

1. Closing the Skills Gap in the Era of Industrial Digitalisation / F. Azmat [et al.] // IEEE Conference on Industrial Cyberphysical Systems (ICPS), Tampere, Finland. 2020. P. 365–370.

2. Hernandez M., Thompson W., Zoghi B. Closing the workforce skills gap // INTED2024 Proceedings. IATED, 2024. P. 5153–5161.

3. Исаев А.П., Козубский А.М., Казакова М.А. Методы компенсации негативного влияния кадрового дефицита в деятельности проектных организаций // Вопросы управления. 2025. Т. 18, №. 1 (92). С. 80–95.

4. Голушко Т.К. Сетевая форма реализации образовательных программ профессионального образования: особенности внедрения. URL: http://www. tsutmb. ru/nauka/internet-konferencii/2017/13-lprs/7/golushko. pdf.

5. Весна Е.Б., Гусева А.И. Модели взаимодействия организаций при сетевой форме реализации образовательных программ //Современные проблемы науки и образования. 2013. №. 6. С. 259–259.

6. Голышев В.Г., Голышева А.В. Сетевая форма реализации образовательных программ как способ повышения качества обучения // Новые технологии оценки качества образования. 2019. С. 151–155.

Артищев Сергей Александрович
Канд. техн. наук, доцент каф. КУДР Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0002-9905-621X
Тел.: +7 (3822) 90-01-89, доп. 13-67 (стационарный)
Эл. почта: sergei.a.artishchev@tusur.ru

Рагимова Наталья Сергеевна
Канд. техн. наук, доцент каф. КУДР Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0002-2055-5316
Тел.: +7 (3822) 90-01-89, доп. 13-67 (стационарный)
Эл. почта: natalia.s.trufanova@tusur.ru

S.A. Artishchev, N.S. Ragimova

Problems and Prospects for Implementing a Network Educational Program on the Example of Training Personnel for Rocket and Space Industry

The key issues in implementing the network program ‘2+2’, performing by Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics together with JSC ‘Reshetnev’ are analyzed. The following main risks are identified: the unsustainable ‘one-time recruitment’ model that creates staff gaps and peak workloads for teachers; difficulties in academic and socio-cultural adaptation of students during relocation; a critical financial imbalance for the parent university. The transition to an annual recruitment model with an expansion of the range of customer enterprises and the unification of curricula, which will improve the program's sustainability, is proposed.

Keywords: network educational program, personnel training, academic mobility, student adaptation, program sustainability.

References

1. Azmat F., Ahmed B., Colombo W., Harrison R. Closing the Skills Gap in the Era of Industrial Digitalisation. IEEE Conference on Industrial Cyberphysical Systems (ICPS), Tampere, Finland, 2020, pp. 365-370.

2. Hernandez M., Thompson W., Zoghi B. Closing the workforce skills gap. INTED2024 Proceedings, IATED, 2024, pp. 5153-5161.

3. Isaev A. P., Kozubskij A. M., Kazakova M. A. [Methods of compensating for the negative impact of personnel shortages in the activities of design organizations]. Voprosy Upravleniya, 2025, vol. 18, no. 1 (92), pp. 80-95 (in Russ.).

4. Golushko T. K. [Network format for implementing educational programs for vocational education: implementation features]. (in Russ.). Available at: http://www. tsutmb. ru/nauka/internet-konferencii/2017/13-lprs/7/golushko. pdf. (accessed: 18 November 2025).

5. Vesna E. B., Guseva A. I. [Models of interaction between organizations in the network form of implementation of educational programs]. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya, 2013, no. 6, pp. 259-259 (in Russ.).

6. Golyshev V. G., Golysheva A. V. [Network-based delivery of educational programs as a way to improve the quality of education]. Novye tekhnologii otsenki kachestva obrazovaniya, 2019, pp. 151-155 (in Russ.).

Sergey A. Artishchev
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Design of Units and Components of Radioelectronic Equipment, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-9905-621X
Phone: +7 (382-2) 90-01-89
Email: sergei.a.artishchev@tusur.ru

Natalia S. Ragimova
Candidate of Technical Sciences, Department of Design of Units and Components of Radioelectronic Equipment, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-2055-5316
Phone: +7 (382-2) 90-01-89
Email: natalia.s.trufanova@tusur.ru

УДК 372.851

Л.А. Жидова, Ю.А. Шайдо

ВВОДНЫЙ КУРС МАТЕМАТИКИ КАК СРЕДСТВО АДАПТАЦИИ И УСПЕШНОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ВУЗЕ

Рассматривается внедрение факультативной дисциплины «Вводный курс математики» как ключевой инструмент в процессе адаптации студентов первого курса к образовательной среде факультета безопасности и обеспечение их успешного дальнейшего обучения. Отмечается, что с учетом модульной специфики организации обучения на факультете данная дисциплина позволяет привести знания студентов к единому стартовому уровню перед освоением обязательных математических дисциплин и смежных дисциплин прикладного характера.

Ключевые слова: факультативная дисциплина, «Вводный курс математики», модульное обучение, обучение в вузе, снижение психологического барьера.

С 2020 года специфика организации структуры планирования учебного процесса на факультете безопасности состоит в том, что каждый семестр делится на четыре четверти, продолжительность каждой составляет 4–5 недель, а последняя четверть представляет собой контрольный этап. Следует отметить, что при такой организации учебного процесса общая трудоемкость дисциплины сохраняется, включая контактную аудиторную работу обучающихся с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся. Обучающиеся на протяжении четверти коммуникатируют с двумя-тремя преподавателями, что особенно помогает в адаптации первокурсников и делает среду обучения более комфортной. Студент осознает, что обучение становится продуктивнее, если достаточно уделять внимание самоорганизованности и самостоятельной работе. Опыт такой работы предусматривает идеи создания и использования современных учебных материалов: массовых открытых онлайн-курсов, видеоуроков, интерактивных лекций, тестов и т.п. Рационально отобранный материал, последовательность и системность, несомненно, показывают высокую эффективность качества работы не только студента, но и преподавателя. Стоит отметить, что при таком модульном подходе обеспечивается активное участие студента, который усваивает информацию в продуктивной работе с учебным материалом. Собственный темп, усваивание отдельных модулей самостоятельно – вот основные задачи, которые решает каждый студент.

Первая обязательная к изучению математическая дисциплина «Алгебра и геометрия» реализуется на факультете у студентов 1-го курса во второй четверти осеннего семестра, что позволяет реализовать в первой четверти факультативную дисциплину «Вводный курс математики», которая выполняет роль адаптационного «моста», обеспечивая [1]:

✓ приведение знаний студентов к единому стартовому уровню, необходимому для освоения обязательных математических дисциплин и смежных дисциплин прикладного характера;

✓ формирование основ вузовской культуры мышления, предполагающей переход от решения типовых задач к абстрактным и доказательным рассуждениям;

✓ снижение психологического барьера и стресса, связанных с резким возрастанием сложности и темпа обучения в условиях модульного подхода, что способствует профилактике раннего академического отсева.

Факультет безопасности реализует дисциплину «Вводный курс математики» с 2023/24 учебного года. Курс был введен для повышения академической успеваемости в математических дисциплинах и помощи в адаптации студентов первого курса вузов. Программа строилась на основе анкетирования студентов и преподавателей. В анкетировании участвовали студенты всех курсов для выявления трудных тем. Преподаватели прописывали затруднения прикладной части математического аппарата реализуемой дисциплины. В результате проделанной подготовительной работы была сформирована рабочая программа дисциплины.

Важно отметить, что до введения «Вводного курса математики» средний показатель успешной сдачи составлял около 60–70%, что свидетельствовало о наличии значительных трудностей у многих студентов [2]. После введения дисциплины количество успешно сдавших экзамены по всем обязательным математическим дисциплинам выросло примерно до 80–90%.

Таким образом, «Вводный курс математики» активно содействует адаптации первокурсников в университетской среде. Благодаря ему студенты быстрее привыкают к новым условиям учёбы, осваиваются с учебным процессом, начинают осознавать важность самоорганизации и планирования своего времени.

Литература

1. Адаптация первокурсника вуза к новому образовательному процессу / С.А. Жажева [и др.] // Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2022. № 25. С. 14–17.

2. Бугай И.В., Раев О.Н. Проблемы математического образования в техническом вузе // Искусственный интеллект и

математика в образовании: материалы трёх круглых столов, Москва, 14 мая 2024 года. – М.: ИПП "КУНА", 2024. С. 19–28.

Жидова Любовь Александровна
Канд. пед. наук, доцент каф. комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (3822) 70-15-29
Эл. почта: gidovala@yandex.ru

Шайдо Юлия Александровна
Канд. физ.-мат. наук, доцент каф. комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (3822) 70-15-29
Эл. почта: sua@fb.tusur.ru

L.A. Zhidova, Yu.A. Shaido

Introductory Course in Mathematics as a Means of Adaptation and Successful Training of University Students

The article is devoted to implementing the optional discipline Introductory Mathematics Course as a key tool in the process of first-year students' adaptation to the educational environment of the Faculty of Security and to ensuring their successful further education. That taking into account the modular specifics within faculty education organization, this discipline allows students to bring their knowledge to a single starting level before mastering compulsory mathematical disciplines and related applied disciplines is noted.

Keywords: optional discipline, 'Introductory Mathematics Course', modular training, university training, reduction of psychological barriers.

References

1. Zazheva S.A., et al. [Adaptation of a First-Year University Student to the New Educational Process]. Proceedings of Sociosphere Research Center, 2022, no. 25, pp. 14-17 (in Russ.).

2. Bugay I. V., Raev O.N. Problemy matematicheskogo obrazovaniya v tekhnicheskom vuze [Problems of Mathematical Education in a Technical University]. Iskusstvennyj intellekt i matematika v obrazovanii: Materialy tryokh kruglykh stolov [Artificial Intelligence and Mathematics in Education Proc. of Three Round Tables]. Moscow, Moscow LLC IPP KUNA Publ., 2024, pp. 19-28 (in Russ.).

Lyubov A. Zhidova
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Complex Information Security of Computer Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 70-15-29
Email: gidovala@yandex.ru

Yulia A. Shaido
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of Complex Information Security of Computer Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 70-15-29
Email: sua@fb.tusur.ru

Секция 5

Трансформация бизнеса и образования в эпоху искусственного интеллекта: от вызовов к возможностям

УДК 378

М.А. Афонасова

СИНЕРГИЯ ИСКУССТВЕННОГО И ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЭКОСИСТЕМАХ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Рассматриваются возможные формы взаимодействия человека и искусственного интеллекта (ИИ) и возникающие в связи с этим перспективы и вызовы. Раскрываются особенности человекоцентричной модели бизнеса и варианты продуктивного использования в ней ИИ. Основные проблемы использования ИИ в образовании и бизнесе освещаются в контексте прогнозов, связанных с переходом от традиционных алгоритмов и сложившихся бизнес-процессов к возможной передаче операций и функций человека цифровым агентам.

Ключевые слова: бизнес, образование, искусственный интеллект, Индустрия 5.0, синергия.

Стремительное развитие технологий может стать причиной фундаментальных изменений способов взаимодействия в системе «человек – ИИ». В 2024 году ChatGPT успешно прошла тест Тьюринга, который представляет собой эксперимент, направленный на определение того, может ли машина демонстрировать разумное поведение, неотличимое от человеческого. В 2025 году на смену прежней модели пришла версия ИИ OpenAI o3, создатели которой заявляют о появлении в ближайшие годы AGI [1], который представляет собой форму ИИ, способную понимать, учиться и решать любые интеллектуальные задачи на уровне человека. Ключевое отличие AGI заключается в способности самостоятельно мыслить и действовать подобно человеку.

Цель статьи – теоретически обосновать возможные формы взаимодействия человека и искусственного интеллекта в образовании и бизнесе в условиях Индустрии 5.0.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью осознания места ИИ в социально-экономических, технологических и иных процессах, протекающих в современном обществе при активном взаимодействии ИИ с человеком. Особенно значимыми являются вопросы интеграции ИИ в бизнес-процессы человекоцентричных организаций.

Концепция человекоцентричности в современном бизнесе прошла трансформацию от систем повышения мотивации персонала до влияния на систему корпоративного управления в целом. Фактически человекоцентричность направлена на создание условий, при которых каждый сотрудник может раскрыть свой потенциал, чувствовать себя ценным и вовлеченным в общее дело. При этом важнейшим параметром в условиях тотальной цифровизации является так называемое цифровое доверие, по уровню которого принято оценивать степень готовности людей использовать в повседневной деятельности новые цифровые технологии [2], в том числе искусственный интеллект.

В настоящее время, в век стремительного развития технологий, галопирующих каскадных шоков, бесконечного балансирования предприятий на грани кризисных режимов функционирования, стратегическим императивом и важным конкурентным преимуществом экономических систем становится наращивание резильентности к непредсказуемым изменениям среды и использование потенциала ИИ и других новейших технологий. В этих условиях, с нашей точки зрения, основными драйверами стратегической устойчивости и роста отечественного бизнеса являются новые технологии, развитие собственных производственных цепочек, повышение квалификации кадров и государственная поддержка стратегически важных отраслей. По экспертным оценкам, при условии массового внедрения искусственный интеллект может обеспечить прирост валовой добавленной стоимости в 2025 году на 25%. Он выступает драйвером, приумножающим технологический прогресс, поскольку способствует развитию других цифровых технологий.

Если на этапе Индустрии 4.0 отношения между человеком и ИИ строятся преимущественно на принципах конкуренции, то в Индустрии 5.0 – на принципах сотрудничества. Индустрия 5.0 предполагает, что в качестве экономических агентов будут выступать киберсоциальные (человеко-машинные) системы, объединяющие человеческий и машинный интеллект.

Синергия человеческого и искусственного интеллекта – это сотрудничество, в котором совмещаются сильные стороны человека и ИИ для достижения лучших результатов. Люди привносят в общий результат креативность, эмпатию, интуицию, а ИИ – скорость, точность и аналитические возможности, что позволяет эффективнее решать сложные задачи в таких сферах, как бизнес, наука, образование и т.д.

Творцами новой технологической революции и Индустрии 5.0 являются инженеры, менеджеры, специалисты, владеющие технологиями ИИ. В бизнесе идет настоящая конкурентная борьба за таких специалистов. Самые дефицитные позиции – специалисты по машинному обучению и ИИ-тренеры. С начала 2025 года работодатели разместили более 20 000 таких вакансий [3]. Но в университетах подобных специалистов почти не готовят, там по-прежнему доминируют лекции и теоретические занятия, а современный учеб-

ный процесс надо строить так, чтобы формировать у студентов цифровые компетенции и «навыки будущего» в виде способности не только пользоваться технологиями ИИ, но и создавать их. Предполагается, что в перспективе будут созданы эмоционально-интеллектуальные экосистемы, которые потребуют сопряжения мыслительной структуры человека с мыслительной структурой искусственного интеллекта и формирования когнитивных связей, поддающихся реализации посредством суперискусственного интел-\лекта, на основе компьютерной модели мозга человека [4]. Это серьезный вызов для системы высшего образования, который заключается в том, что для эффективного применения ИИ человеку требуется высококачественное, желательно междисциплинарное, образование.

Во многих вузах уже происходит трансформация образовательной среды, внедряются интеллектуальные системы обучения, включая технологии ИИ, которые оказывают существенное влияние на организацию образовательного процесса, позволяя экономить время преподавателей и студентов. Поэтому одним из важнейших навыков будущего является высокий уровень владения технологиями искусственного интеллекта. Следовательно, и студентам, и преподавателям необходимо уже сегодня активно осваивать технологии и алгоритмы ИИ, которые будут работать в качестве персональных консультантов в условиях нейроцифровой среды Индустрии 5.0. В связи с этим необходимо развивать цифровую грамотность, повышать цифровую культуру, совершенствовать новые модели нейроцифровой образовательной среды в университетах для формирования «навыков будущего». Важно также соблюдать баланс между цифровой и реальной жизнью, отдавая предпочтение оффлайн-активностям и студентов, и сотрудников.

Интеграция человеческого и искусственного интеллекта сопряжена с серьезными трудностями, связанными с техническими и этическими ограничениями, с сопротивлением персонала и т.д. Активно идут разработки в направлении интеграции мозга человека с возможностями ИИ. Рассматриваются различные варианты решения этой задачи: от имплантации интерфейса до использования квантовой биологии. В настоящее время существуют чаты для общения с ИИ. Предполагается, что инвазивный интерфейс должен работать так, чтобы чат не требовался, а были задействованы часть человеческого сознания, мозга, памяти.

Следует отметить, что по мере развития ИИ растут проблемы обеспечения безопасности при его применении. Так, мощные технологии ИИ могут быть использованы, например, для создания совершенного вредоносного программного обеспечения, распространения дезинформации, усиления киберугроз и т.п. Поэтому актуализируются проблемы строгого контроля и регулирования в сфере искусственного интеллекта.

Все чаще в научной литературе разгорается дискуссия о технологической сингулярности, т.е. моменте, когда технологическое развитие станет неконтролируемым и необратимым. Это может означать, что однажды ИИ освободится от наложенных человеком ограничений и может повести себя непредсказуемо, т.е выйти из-под контроля человека. Момент сингулярности может наступить очень быстро, потому что скорость обучения ИИ по сравнению с человеком мгновенна. И это серьезный вызов для современных ученых и разработчиков нейросетей.

Гипотезу сингулярности, или «интеллектуального взрыва», сформулировал британский математик Ирвинг Гуд еще в 1965 г. Современная версия этой гипотезы гласит: обновляемый интеллектуальный агент может войти в режим безудержных циклов самосовершенствования и создать в конечном счёте суперинтеллект, превосходящий человеческий.

Считается, что пока у человечества сохраняется шанс влиять на развитие событий, занимаясь исследованиями по безопасности, создавая механизмы регулирования и стремясь к справедливому распределению результатов прогресса. Но если фактически этот порог будет пересечен, обратной дороги, скорее всего, не будет. Во всяком случае в конце 2025 года необратимая точка не достигнута и у нас есть небольшое окно возможностей, чтобы осознанно интегрировать человеческий интеллект с искусственным и формировать условия, при которых сингулярность станет благом для человека, а не катастрофой [5].

В заключение отметим, что важным аспектом развития интеграции человеческого и искусственного интеллекта является сохранение баланса между инновациями и этическими нормами. Этика ИИ – это принципы и правила, регулирующие разработку, использование и поведение систем искусственного интеллекта, создаваемых человеком. Она включает как моральные нормы людей, создающих ИИ, так и вопросы этики для самих машин. В последнее время увеличились попытки создания регламентов и документов, описывающих основные принципы этики ИИ, но они в основном носят рекомендательный характер. Вызов системе образования заключается в том, что для эффективного применения ИИ человеку требуется высококачественное, фундаментальное и желательно междисциплинарное образование.

Литература

1. Аверкин А.Н., Воронина Н.Ф., Пелипас О.В. Партнерские отношения человека и искусственного интеллекта: миф или реальность в современном мире // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 2(83). С. 44–51. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_80459277_91641824.pdf (дата обращения: 23.11.2025).

2. Асеева И.А. Цифровое благополучие общества: междисциплинарный подход // Вестн. Том. гос. ун-та. Философия. Социология. Политология. 2023. № 71. С. 138–148. DOI 10.17223/1998863X/71/14.

3. Бизнес столкнулся с нехваткой ИИ-тренеров. URL: https://secrets.tbank.ru/novosti/nehvatka-ii-ekspertov/?utm_referrer =https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F&internal_source=copypaste (дата обращения: 23.11.2025).

4. Афонасова М.А. Новые запросы работодателей как индикаторы изменений в подготовке современных инженеров для Индустрии 5.0 // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти : материалы междунар. науч.-метод. конф., 27–28 января 2025 г. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2025. В 2 т. Т. 1. С. 277–180. URL: https://nmk.tusur.ru/storage/181600/%D0%A1%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA1%20(1).pdf (дата обращения: 19.11.2025).

5. Технологическая сингулярность: приближаемся ли мы к точке невозврата? URL: https://habr.com/ru/articles/880390 / (дата обращения: 19.11.2025).

M.A. Afonasova

Synergy of Artificial and Human Intelligence in Next Generation Ecosystems

Possible forms of interaction between humans and artificial intelligence (AI) and the prospects and challenges that arise in this regard. The features of a human-centered business model and the options for productive use of AI in it are revealed. The main problems of using AI in education and business in forecasts related to the transition from traditional algorithms and established business processes to the possible transfer of operations and functions from humans to digital agents are considered.

Keywords: business, education, artificial intelligence, Industry 5.0, synergy

References

1. Averkin A.N., Voronina N.F., Pelipas O.V. [Partnerships between Humans and Artificial Intelligence: Myth or Reality in the Modern World]. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation, 2025, no. 2(83), pp. 44-51 (in Russ.). Available at: https:// cyberleninka.ru/article/n/partnerskie-otnosheniya-cheloveka-i-iskusstvennogo-intellekta-mif-ili-realnost-v-sovremennom-mire (accessed: 13 November 2025).

2. Aseeva I.A. [Digital Well-Being of Society: an Interdisciplinary Approach]. Bulletin of Tomsk State University. Philosophy. Sociology. Political Science, 2023, no. 71, pp. 138-148 (in Russ.). DOI: 10.17223/1998863X/71/14.

3. Business is faced with a shortage of AI trainers. (in Russ.). Available at: https://secrets.tbank.ru/novosti/nehvatka-ii-ekspertov/?utm_referrer= https %3A%2F%2F www.google.com%2F&internal_source=copypaste (accessed: 23 November 2025).

4. Afonasova M.A. Novye zaprosy rabotodatelej kak indikatory izmenenij v podgotovke sovremennyh inzhenerov dlya Industrii 5.0 [New demands of employers as indicators of changes in the training of modern engineers for Industry 5.0]. Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti. Tekhnologicheskij suverenitet: novye modeli inzhenernogo obrazovaniya, razvitie i povyshenie konkurentosposobnosti universitetov: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii [Modern education: integration of education, science, business and government. Technological sovereignty: new models of engineering education, development and improvement of competitiveness of universities. Proc. of the International Scientific and Methodological Conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2025. Pp. 277-180 (in Russ.). Available at: https://nmk.tusur.ru/storage/181600/%D0%A1%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA1%20(1).pdf (accessed: 19 November 2025).

5. Technological Singularity: Are We Approaching the Point of No Return? (in Russ.). Available at: https://habr.com/ru/articles/880390 / (accessed: 19 November 2025).

Margarita A. Afonasova
Doctor of Economics Sciences, professor, Department of Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-3891-644X
Phone: +7-903-953-42-66
Email: afonasova@tusur.ru

УДК 004.8

Е.А. Гайдук

АКТУАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ И КОМПЕТЕНЦИИ В СФЕРЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА – ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Рассматриваются тренды и ключевые компетенции в области искусственного интеллекта (ИИ), определяющие перспективы его внедрения в образовательный процесс. Анализируются возможности трансформации педагогического труда и современного обучения в рамках интеграции ИИ в образовательную деятельность. Разбирается вопрос трансформации роли ИИ от помощника к партнеру.

Ключевые слова: образование, искусственный интеллект, Индустрия 5.0, тренды, эффективность.

Настоящее время отмечено повсеместным применением искусственного интеллекта во всех сферах жизни людей. Только за 2025 год можно отметить ряд выдающихся проектов в самом, казалось бы, консервативном секторе – государственном. В качестве примера можно привести опыт Правительства РФ по запуску ИТ-платформы для внедрения ИИ по всей стране (создание единого окна обмена региональными практиками внедрения ИИ и координации ИИ-проектов в субъектах Федерации) [1]; предложение Министерства цифрового развития России по внедрению генеративного интеллекта в систему государственного управления с целью повышения эффективности административных процессов; опыт Нижегородской области по внедрению системы искусственного интеллекта для контроля за выгулом собак, мониторинга заполненности мусорных контейнеров, поиска пропавших домашних животных и выявления нарушений земельного законодательства.

Сфера образования не осталась в стороне и тоже активно меняет подход от классических, традиционных методов обучения к прогрессивным с использованием ИИ. Некоторые тренды намечены уже давно и имеют накопленную теоретическую базу для апробации.

1. *Персонализация обучения*. В чистом виде идея персонализации заключается в возможности выбора студентом самостоятельного набора дисциплин для изучения в вузе, но в реалиях и традициях российского обучения она принимает вид индивидуальной образовательной траектории, которая отмечена как ключевая технология в программе «Приоритет-2030», что доказывает ее необходимость и значимость для современного обучения. Основные сложности, выявленные опытом внедрения индивидуальных образовательных траекторий, отмечены в том числе как сложность работы с большими объемами данных – индивидуализация расписания, учебных графиков, мониторинг успеваемости и многое другое. Именно на этом этапе для ИИ отводится основная роль: система с ИИ-технологией способна анализировать индивидуальные способности и потребности каждого студента, собирать и обрабатывать большое количество данных.

Для студента такой подход может стать возможностью качественнее усваивать материал, планировать свое обучение, ориентируясь на собственные сильные стороны и зоны роста.

Преподавателям система может предоставить результаты успеваемости, посещаемости, объема потраченного времени на усвоение дисциплины студентом.

2. *Способность ИИ к анализу больших объемов данных* можно применить для решения не только вопроса персонализации обучения, но и для интерпретации собранных данных – оценить эффективность выбранного метода обучения, проанализировать и показать взаимосвязь успеваемости и посещаемости студентов учебных занятий, оценить успеваемость студентов, выявив тренды, при этом предсказать возможные затруднения и предложить пути их избегания.

3. *Сектор образования* уже давно отмечен жесткими реалиями – основная работа педагога заключается в заполнении журналов, отчетов, формировании статистики, разработке учебных планов, программ, тестов, контрольных и в их согласовании и утверждении, тогда как А.С. Макаренко считал живое общение основой образования и воспитания, видя в нем ключ к развитию личности в коллективе.

Автоматизация образовательной деятельности – крайне важный процесс для перехода к управлению на новом уровне, обеспечивающем создание современных управляющих и организационных структур образовательной организации, возможности взаимодействия между структурами [2]. С качественной поддержкой, анализом и контролем функций искусственного интеллекта можно автоматизировать большинство административных задач педагога – это проверка тестов и контрольных работ, составление расписания, разработка современных, актуальных ситуационных задач и подготовка интересного сопроводительного материала на занятия, освободив при этом время для живого общения со студентами.

4. *Развитие ИИ* отмечено в сфере образования появлением новых методик обучения – визуализации лекционных материалов, применения игровых мето-

дик для вовлечения и качественного усвоения знаний на практических занятиях, использования голосовых ассистентов, чат-ботов и многого другого, что помогает усовершенствовать процесс обучения и способствовать большему вовлечению обучающихся.

В качестве примера практики применения ИИ в учебном процессе можно привести виртуальные лаборатории – они представляют собой программно-аппаратный комплекс, позволяющий проводить опыты без непосредственного контакта с реальной установкой или при полном отсутствии таковой. В первом случае мы имеем дело с так называемой лабораторной установкой с удаленным доступом, в состав которой входит реальная лаборатория, программно-аппаратное обеспечение для управления установкой и оцифровки полученных данных, а также средства коммуникации. Во втором случае все процессы моделируются при помощи компьютера [3].

5. Все вышеперечисленное, кроме значительной экономии средств и времени, актуализации данных в обучении и прочих достоинств, также позволяет обеспечивать доступность образования. Система ИИ способна устранить географические и экономические ограничения для обучающихся и предоставить доступ к образовательным ресурсам любому желающему. В рамках очного обучения данные возможности можно применить для минимизации ущерба в условиях форс-мажорных обстоятельств (карантин, больничные, командировки).

Очевидно, что при активном применении ИИ в образовательной деятельности можно добиться повышения эффективности педагогического труда, совершенствования процесса обучения и улучшения результатов обучающихся, что подтверждает роль искусственного интеллекта как помощника, но Пятая промышленная революция, или Индустрия 5.0, предполагает в своей основе сотрудничество людей и машин на партнерских ролях, оставляя предпосылки для глубокого и качественного анализа вопросов, касающихся не только юридической, экономической и технологической областей, но и затрагивая область этики и морали.

Литература

1. Искусственный интеллект в государственном управлении. URL: https://www.tadviser.ru (дата обращения: 20.11.2025).

2. Новгородова Н.Г., Редькина Б.А. Автоматизация образовательной деятельности профессионально-педагогического вуза // Международный журнал экспериментального образования. Пенза, 2014. № 3–2. С. 15–17.

3. Трухин А.В. Об использовании виртуальных лабораторий в образовании // Открытое и дистанционное образование. 2002. № 4(8). С. 81–82.

Гайдук Екатерина Александровна
Ст. преподаватель каф. менеджмента Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID (orcid.org/0000-0002-8579-115X)
Тел.: +7 (923) 431-00-85
Эл. почта: ekaterina.a.gaiduk@tusur.ru

E.A. Gayduk

Current Trends and Competencies in Artificial Intelligence Field as Opportunities for Students and Teachers

Current trends and key competencies in the field of artificial intelligence (AI) that determine its implementation prospects in educational processes are considered. The opportunities for transforming pedagogical labor and modern education through AI integration into educational activities are presented. The transformation of AI from assistant to partner is shown.
Keywords: education, artificial intelligence, educational activity, Industry 5.0.

References

1. Artificial Intelligence in Public Administration. (in Russ.). Available at: https://www.tadviser.ru (accessed: 20 November 2025).

2. Novgorodova N.G., Redkina B.A. [Automation of Educational Activities of Professional Pedagogical Universities]. International Journal of Experimental Education, 2004, no. 3–2 (in Russ.).

3. Trukhin A.V. [On the Use of Virtual Laboratories in Education]. Open and Distance Learning, 2002, no. 4 (in Russ.).

Ekaterina A. Gayduk
Senior Lecturer, Department of Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-8579-115X)
Phone: +7-923-431-00-85
Email: ekaterina.a.gaiduk@tusur.ru

УДК 339.138:004.7:37.01

М.П. Батура, И.В. Марахина, В.А. Пархименко

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ И SMM: ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ИНТЕГРАЦИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ

Цифровая трансформация обусловила критическую зависимость эффективности маркетинговых коммуникаций от алгоритмических систем социальных сетей. Несмотря на это, в научной литературе и образовательных программах сохраняется значительный разрыв: доминируют подходы, характеризующие социально-психологические аспекты влияния алгоритмов социальных сетей на поведение пользователей, в то время как прикладные методы, основанные на учете такого влияния, еще недостаточно изучены. Целью работы является преодоление данного разрыва путем обоснования необходимости и разработки структуры специального учебного курса «Анализ алгоритмов социальных сетей и SMM» для подготовки будущих маркетологов и SMM-специалистов. Представлена его структура, включающая три ключевых модуля: теоретические основы алгоритмов, анализ их работы в ведущих социальных платформах и разработка методических рекомендаций для IT-компаний.

Ключевые слова: алгоритмы социальных сетей, SMM, цифровая грамотность, образование, маркетинг.

В современном обществе социальные платформы занимают центральное место, выполняя важные социальные функции: они облегчают обмен информацией, способствуют разделению опыта и консолидации пользователей в виртуальные сообщества на основе общих интересов. Согласно данным аналитической компании Kepios общемировая аудитория социальных сетей, непрерывно увеличиваясь, в 2024 году составила 5,17 млрд человек [1]. Цифровая трансформация обусловила изменение маркетинговых коммуникаций, при котором социальные сети превратились из каналов общения в ключевые платформы для продвижения бизнеса. В этом качестве они обладают такими возможностями, как доступ к новым клиентам; активизация взаимодействия с существующими клиентами, рост их лояльности; цифровые продажи; послепродажный сервис и обратная связь; брендинг и другие [2]. Таким образом, эффективность продвижения организации в значительной степени определяется алгоритмическими системами, работающими на основе машинного обучения. Эти системы фильтруют и ранжируют контент, формируя информационную среду пользователя и тем самым непосредственно воздействуя на эффективность маркетинговых стратегий и функционирование компании. Поэтому исследование принципов, по которым алгоритмы соцсетей отбирают и ранжируют контент, приобретает высокую практическую значимость. Понимание этих механизмов позволяет перейти от интуитивных действий к научно обоснованной стратегии SMM. Однако данная тема сопряжена со значительными вызовами. К ним относятся высокая динамика изменения алгоритмов [3], отсутствие их полной прозрачности [4, 5], а также относительная новизна этой области для академического сообщества.

Анализ существующих научных публикаций показывает, что фокус исследований зачастую смещен в сторону социально-психологических аспектов влияния алгоритмов на поведение пользователей. В то же время вопрос о том, как бизнес может целенаправленно воздействовать на факторы ранжирования в своих маркетинговых активностях, остается малоизученным и представлен лишь в работах узкого круга специалистов.

В условиях растущей конкуренции в цифровой среде подготовка нового поколения специалистов требует формирования у них компетенций в области анализа алгоритмов социальных сетей. Развитие таких компетенций становится для специалистов критически важным условием конкурентоспособности, что обусловлено следующими факторами:

- ✓ возрастающая роль SMM в бизнес-стратегиях. Социальные сети стали ключевым каналом взаимодействия с аудиторией, а их алгоритмы определяют видимость контента. Понимание принципов работы алгоритмов позволяет эффективно выстраивать маркетинговые кампании, повышая охват и вовлеченность;
- ✓ динамичность алгоритмических систем. Платформы социальных сетей постоянно обновляют и дорабатывают свои алгоритмы, которые, будучи основанными на машинном обучении, эволюционируют по мере поступления новых данных. Это требует от специалистов постоянного анализа и изменения стратегий и инструментария. Знание механизмов выбора и ранжирования контента помогает минимизировать риски снижения органического охвата;
- ✓ повышение конкуренции в цифровой среде. Организациям необходимо не только создавать качественный контент, но и учитывать поведенческие факторы (вовлеченность, релевантность, частоту взаимодействий), которые влияют на алгоритмическое продвижение;
- ✓ оптимизация рекламных бюджетов. Анализ факторов продвижения позволяет компаниям эффектив-

нее распределять ресурсы, фокусируясь на наиболее значимых метриках;

✓ перспективы профессионального развития. Специалисты, владеющие навыками анализа алгоритмов и SMM-стратегий, востребованы в цифровом маркетинге, что открывает широкие карьерные возможности для учащихся.

Таким образом, изучение алгоритмов социальных сетей и факторов продвижения компаний формирует у учащихся компетенции, необходимые для успешной работы в цифровой среде, и способствует развитию научно-практического подхода к разработке маркетинговых стратегий.

Учитывая значимость социальных сетей, обоснованную выше, рекомендуется ввести в обучение специалистов в области цифрового маркетинга отдельный предмет по теме SMM, базисом которого будут выступать теоретические и методические принципы функционирования алгоритмов в социальных сетях. Введение отдельного предмета, посвященного SMM и анализу алгоритмов, позволит систематизировать знания о принципах работы социальных платформ, изучить ключевые факторы ранжирования контента и их влияние на маркетинговые стратегии, сформировать навыки адаптации SMM-кампаний под постоянно меняющиеся алгоритмы.

Предлагаемые темы занятий по курсу «Анализ алгоритмов социальных сетей и SMM» представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Структура предлагаемого курса «Анализ алгоритмов социальных сетей и SMM»

Тема	Содержание
1. Теоретические основы алгоритмов социальных сетей	1.1. Сущность алгоритмов социальных сетей. 1.2. Преимущества и риски курирования алгоритмами контента. 1.3. Эволюция алгоритмов в социальных сетях
2. Анализ алгоритмов социальных сетей	2.1. Принципы работы алгоритмов социальных сетей. 2.2. Факторы алгоритмов социальных сетей. 2.3. Учет факторов алгоритма для продвижения компании. 2.4. Анализ алгоритмов социальных сетей
3. Методические рекомендации для ИТ-компаний	3.1. Специфика аудитории и целей ИТ-компаний в SMM. 3.2. SMM в ИТ-компаниях. 3.3. Практические кейсы и тактики для разных платформ

Рекомендуемые формы представления учебного материала включают теоретические тексты, визуальные элементы, практические упражнения и интерактивные элементы. Эти формы помогут более эффективно донести теоретико-методологические основы, представленные в исследовании.

Практическая значимость исследования заключается в том, что предлагаемый курс направлен на системную подготовку нового поколения специалистов, обладающих критически важными компетенциями для работы в цифровой среде. Его внедрение в образовательные программы позволит повысить конкурентоспособность выпускников на рынке труда и будет способствовать развитию научно обоснованного подхода к цифровому маркетингу, что отвечает стратегическим задачам подготовки кадров для цифровой экономики.

Литература

1. Digital 2024 july global statshot report [Electronic resource] // Datareportal. URL: https://datareportal.com/reports/digital-2024-july-global-statshot/ (accessed: 01.10.2024).

2. Батура М.П., Марахина И.В., Пархименко В.А. Социальные сети как инструмент привлечения новых клиентов // Вестн. Полоцкого гос. ун-та. Сер. D. Экономические и юридические науки. Новополоцк, 2025. № 2. С. 6–12.

3. Metzler H., Garcia D. Social Drivers and Algorithmic Mechanisms on Digital Media // Perspectives on Psychological Science. 2023. Vol. 19(5). P. 735–748.

4. A governance framework for algorithmic accountability and transparency / A. Koene [et al.] // Panel for the Future of Science and Technology, European Parliament. 2019. URL: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/624262t/EPRS_STU(2019)624262_EN.pdf.

5. Kossow N., Windwehr S., Jenkins M. Algorithmic transparency and accountability // Transparency International. URL: https://knowledgehub.transparency.org/assets/uploads/kproducts/Algorithmic-Transparency_2021.pdf.

Батура Михаил Павлович
Д-р техн. наук, профессор, зав. научно-исследовательской лабораторией, НИЛ 6.3 Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники
Тел.: +375 (17) 293-23-01
Эл. почта: bmpbel@bsuir.by

Марахина Инна Викторовна
Канд. экон. наук, доцент, доцент каф. экономики Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники
Тел.: +375 (17) 293-80-46
Эл. почта: marahina@bsuir.by

Пархименко Владимир Анатольевич
Канд. Экон. наук, доцент, зав. каф. экономики Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники
Тел.: +375 (17) 293-84-64
Эл. почта: parkhimenko@bsuir.by

M.P. Batura, I.V. Marakhina, U.A. Parkhimenko

Analysis of Social Media Algorithms and Social Media Marketing: Justification of the Need for Integration into Educational Programs

Digital transformation has made the effectiveness of marketing communications critically dependent on algorithmic systems of social networks. Despite this, a significant gap remains in the scientific literature and educational programs: approaches that characterize the socio-psychological aspects of the influence of social network algorithms on user behavior dominate, while applied methods based on accounting for such influence have not been sufficiently studied yet. The aim of the study is to bridge this gap by substantiating the need and developing the structure of a special training course ‘Analysis of Social Networks Algorithms and Social Media Marketing’ for training future marketers and social media marketing specialists. The structure includeing three key modules (theoretical foundations of algorithms, the analysis of their work in leading social platforms, and the development of methodological recommendations for IT companies) is presented. The practical significance of the work determines the formation of future specialists' competencies necessary for effective social media marketing in a dynamic and opaque algorithmic environment.

Keywords: social media algorithms, social media marketing, digital literacy, education, marketing.

References

1. Digital 2024 july global statshot report. Available at: https://datareportal.com/reports/digital-2024-july-global-statshot/ (accessed: 1 October 2024).

2. Batura M., et al. [Social networks as a tool for attracting new clients]. Bulletin of Polotsk State University. Series D. Economic and Legal Sciences, 2025, no. 2, pp. 6–12 (in Russ.).

3. Metzler, H., Garcia, D. Social Drivers and Algorithmic Mechanisms on Digital Media. Perspectives on Psychological Science, 2023, no. 19(5), pp. 735-748.

4. Koene A., Clifton C., Hatada Y., Webb H., Richardson R. A governance framework for algorithmic accountability and transparency. Panel for the Future of Science and Technology, European Parliament. 2019. Available at: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/624262t/EPRS_STU(2019)624262_EN.pdf (accessed: 1 October 2024).

5. Kossow N., et al. Algorithmic transparency and accountability. Transparency International. Available at: https://knowledgehub.transparency.org/assets/uploads/kproducts/Algorithmic-Transparency_2021.pdf (accessed: 1 October 2024).

Mikhail P. Batura
Doctor of Technical Sciences, professor, Head of Research Laboratory, Research Laboratory 6.3, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Phone: +375-17-293-23-01
email: bmpbel@bsuir.by

Inna V. Marakhina
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Economics Department, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Phone: +375-17-293-80-46
Email: marahina@bsuir.by

Vladimir A. Parkhimenko
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Economics Department, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Phone: +375-17-293-84-64
Email: parkhimenko@bsuir.by

УДК 338.2

П.К. Смирнова, М.А. Афонасова

ПОВЕДЕНЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ СОТРУДНИКОВ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ И ИНТЕГРАЦИИ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

Рассматривается трансформация поведения сотрудников в условиях цифровизации бизнеса и активной интеграции технологий искусственного интеллекта в различные бизнес-процессы. Анализируется, как внедрение искусственного интеллекта и цифровых систем меняет роли сотрудников и требования к компетенциям на примере российских компаний. Обозначаются позитивные и негативные поведенческие изменения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, интеграция, поведенческий потенциал, сотрудники, компетенции.

Ускорение цифровой трансформации бизнеса в настоящее время достигается путем внедрения новых технологий, переосмысления бизнес-моделей, автоматизации процессов, более широкого применения искусственного интеллекта (ИИ). Согласно исследованию McKinsey & Company в 2025 году 88% организаций регулярно используют ИИ хотя бы в одной бизнес-функции. При этом треть организаций заявили, что начали масштабировать ИИ на уровне всего предприятия [1]. Данный факт свидетельствует о том, что технологии становятся частью операционной модели бизнеса, а вместе с этим меняют необходимый набор компетенций и модели поведения сотрудников. Российские крупные компании активно инвестируют в ИИ и в обучение персонала. Например, Сбер уже вводит требования по владению ИИ-инструментами для сотрудников и кандидатов.

В связи с этим стратегическая задача HR и руководства на сегодня – не просто внедрить инструменты, а перенастроить поведение сотрудников, пересобрав поведенческий потенциал, чтобы команда могла взаимодействовать с ИИ и цифровыми системами.

Поведенческий потенциал – это способность сотрудника проявлять эффективные модели поведения в профессиональном контексте. И если до цифровизации поведенческие паттерны были более статичны и выстраивались на точном выполнении инструкций, следовании процедурам, то после появления ИИ и цифровых систем они становятся динамичными, а фокус смещается на способности контролировать алгоритмы, формулировать задачи для систем, интерпретировать подсказки и принимать более сложные решения. Происходит смена роли сотрудника от «исполнителя» к «оператору цифровой системы», где он управляет набором инструментов, принимает решения совместно с системами.

Компания «Лента» внедрила автоматизированный прескрининг кандидатов, что позволило рекрутерам не тратить время на рутинные звонки и первичное отсеивание неподходящих кандидатов. Роботизированная система может вести разговоры одновременно со 100 кандидатами, автоматически фильтровать соискателей и осуществлять переадресацию звонка в нужный регион для дальнейшей работы HR-специалиста. Таким образом, поведение рекрутеров изменилось: появилась возможность глубже концентрироваться на качественной оценке заинтересованных кандидатов, адаптации сотрудников, а не на потоковой проверке резюме [2].

Сбер и Т-банк автоматизировали корпоративный документооборот – теперь такие процессы, как обработка документов, сканирование, распознавание, первичная классификация и другие осуществляются полностью автоматически [3]. Газпромнефть использует мониторинг и предиктивную аналитику в промышленности, предиктивное техническое обслуживание, мониторинг безопасности и качества процессов с IoT, сбор данных и т.п. [4].

Поведение сотрудников меняется не только из-за использования цифровых инструментов, но и в связи с самой логикой работы в цифровых экосистемах. Сотрудники стали чаще сталкиваться с ситуациями, где необходимо проявить мгновенную реакцию – например, работа с клиентами через чат-боты, система подсказок или CRM даёт сотруднику мгновенные данные, и сотрудник привыкает к быстрому принятию решений. В контактных центрах Сбера технологии ИИ помогают операторам быстрее находить ответы, рекомендуют шаги и статьи из базы знаний. Поведение сотрудников становится более ориентированным на данные и быстрее адаптируемым. Происходят изменения в коммуникации внутри команды, где сотрудники взаимодействуют через корпоративные чаты, цифровые документы, электронные рабочие столы. При этом развиваются навыки цифрового этикета, структурирования мыслей, формулирования задач в цифровой среде, умения работать асинхронно.

К позитивным сдвигам в поведении сотрудников можно отнести:

– увеличение проактивности, когда сотрудники чаще предлагают улучшения в процессах, поскольку видят данные в реальном времени;

– быструю обратную связь благодаря цифровым инструментам, которые дают мгновенные метрики;

– повышение роли наставничества и корпоративного обучения благодаря внутренним университетам и менторским программам, которые стимулируют передачу цифровых практик.

Однако возникают и негативные сдвиги и риски в поведении сотрудников:

✓ слепое доверие алгоритмам, когда сотрудники начинают доверять подсказкам ИИ, не проверяя предположения, что в свою очередь может привести к ошибкам, особенно в нетиповых ситуациях;

✓ снижение уровня критического мышления – наблюдается в случаях, когда процессы полностью автоматизированы; в таких ситуациях у сотрудников падает стремление к глубокому анализу и умение ставить информацию под сомнение;

✓ стресс и выгорание на фоне необходимости постоянного апгрейда навыков, высокого темпа изменений и цифрового шума увеличивают риск эмоционального истощения;

✓ избегание сложных задач – при автоматизации рутины сотрудники привыкают к простым действиям (корректировка и подтверждение шаблонных задач) и избегают нестандартных задач, где необходимо прийти к решению самостоятельно, у них появляется страх отсутствия подсказок ИИ.

В таблице 1 приведены востребованные в цифровой экономике компоненты поведенческого потенциала.

Таблица 1 – Востребованные компоненты поведенческого потенциала

Компонент	Наполнение
Основы статистики, анализ и интерпретация данных	Умение читать отчёты, понимать доверительные интервалы, отличать корреляцию от причинности
Гибкость мышления	Способность быстро перенастраиваться на новые задачи и инструменты
Промпт инжиниринг	Умение качественно составлять запросы для ИИ
Быстрое обучение	Способность быстрого усвоения новых цифровых практик
Критическое мышление и валидация решений ИИ	Способность ставить под сомнение и проверять результаты алгоритмов, не слепое следование
Асинхронная коммуникация	Умение формулировать мысли и задачи в текстовых чатах, тикетах
Эмоциональная устойчивость и самоорганизация	Умение справляться с частыми изменениями и информационным шумом
Этическая ответственность	Понимание последствий применения ИИ и соблюдение правил конфиденциальности

В ряде крупных российских компаний с данными рисками уже ведется работа на опережение. В Сбере отмечают необходимость обучения сотрудников «как работать с ИИ», чтобы избежать ошибок из-за неверного использования подсказок. В Газпромнефти при внедрении VR/AR-технологий и предиктивной аналитики акцент делается на контроле данных и интерпретации результатов инженерами, а не на замене их полностью.

Отметим, что в рамках цифровой трансформации для изменения поведенческого потенциала и формирования новых компетенций сотрудников стоит рассматривать не только меры внутри компаний, но и возможности подготовки кадров с ИИ-компетенциями высшими учебными заведениями.

Для подготовки специалистов с высшим образованием «по-новому» университетам необходимо обеспечить следующие условия.

Во-первых, повышение цифровой и алгоритмической грамотности студентов: владение технологиями ИИ должно стать обязательной компетенцией, частью базовой грамотности для всех направлений подготовки, аналогичной владению компьютером и стандартным набором программ. С этой целью во все учебные планы надо вводить обучение фундаментальным принципам работы алгоритмов, языковым моделям на уровне пользователя, промпт-инжинирингу, проверке информации, полученной от ИИ.

Во-вторых, необходимо формирование компетенций гибкого поведения и адаптивности. С учётом того, что технологии меняются каждые 6–12 месяцев, а инструменты ИИ обновляются практически еженедельно, ключевой компетенцией выпускника становится умение быстро обучаться новому. Поэтому необходимо внедрять курсы по адаптивному поведению, критическому мышлению, цифровой коммуникации.

В-третьих, в вузах следует вводить обучение работе в гибридных командах «человек + ИИ + цифровые инструменты». Будущее рабочее место – это не работа за компьютером, а экосистема инструментов, с которыми сотрудник взаимодействует, поэтому необходимо обучать работе в «гибридной роли», где человек – координатор, а ИИ – исполнитель, формировать понимание того, какие задачи можно делегировать алгоритму, а какие – нет.

Кроме того, не теряет актуальности проектно-ориентированное обучение, направленное на потребности цифрового бизнеса. Вместо теоретических курсов следует реализовывать модель обучения, которая решает реальные кейсы. То есть необходимы проектные треки с реальными компаниями, участие в разработке прототипов с использованием ИИ, практика автоматизации бизнес-процессов с помощью ИИ.

Таким образом, в условиях тотальной цифровизации и стремительного изменения технологий ИИ профессиональные компетенции сотрудников претер-

певают глубокую трансформацию, а именно: часть hard-skills автоматизируется и становится функцией ИИ; на первый план выходят soft-skills, связанные с поведением, гибкостью, коммуникацией; возникает потребность в новых гибридных компетенциях – алгоритмической грамотности, цифровой коммуникации, управлении процессами, поддерживаемыми ИИ. В связи с этим сотрудники, работающие в цифровой экосистеме, перестраивают модели поведения: они становятся более динамичными, ориентированными на данные, склонными к самообучению, но одновременно подверженными рискам зависимости от подсказок ИИ. Чтобы экономика могла устойчиво развиваться в условиях цифровизации, требуется не только корпоративное обучение, но и новая модель подготовки кадров в университетах. Именно от вузов зависит, какие специалисты выйдут на рынок: адаптивные, обладающие цифровой грамотностью и готовые к работе с ИИ, или не готовые к реалиям цифрового бизнеса, не владеющие навыками сотрудничества человека и ИИ.

Литература

1. McKinsey & Company. Global AI adoption. URL: https://www.mckinsey.com/the-state-of-ai-2025-agents-innovation_cmyk-v1 (accessed: 20.11.2025).

2. Поток. Как искусственный интеллект помог «Ленте» провести прескрининг 8000 кандидатов. URL: https://potok.io/blog/hr-cases/lenta-sever-ai/ (дата обращения: 20.11.2025).

3. Sber Developer. Применение искусственного интеллекта. URL: https://developers.sber.ru/help/gigachat-api/use-ai (дата обращения: 20.11.2025).

4. Ассоциация представителей бизнеса и научного сообщества «Цифровые технологии в промышленности». URL: https://rusindustrial.ai/wp-content/uploads/2022/12/Zagorodnjuk_Gazprom-neft-CTV.pdf (дата обращения: 20.11.2025).

Смирнова Полина Константиновна
Студент каф. менеджмента Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7-999-495-50-09
Эл. почта: pOOOli@mail.ru

Афонасова Маргарита Алексеевна
Д-р экон. наук, профессор, профессор каф. менеджмента Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID (orcid.org/0000-0002-3891-644X)
Тел.: +7 (903) 953-42-66
Эл. почта: afonasova@tusur.ru

P.K. Smirnova, M.A. Afonasova
Behavioral Potential of Employees in the Era of Digital Transformation and Artificial Intelligence Integration

The transformation of employee behavior within business digitalization and active integration of artificial intelligence (AI) technologies into various business processes are considered. How AI and digital systems implementation is changing employees' roles and competency requirements using examples from Russian companies is demonstrated. Positive and negative behavioral changes are identified.
Keywords: artificial intelligence, integration, behavioral potential, employees, competencies.

References

1. McKinsey & Company. Global AI Adoption. Available at: https://www.mckinsey.com/the-state-of-ai-2025-agents-innovation_cmyk-v1 (accessed: 20 November 2025).

2. Potok. How Artificial Intelligence Helped Lenta Prescreen 8,000 Candidates. (in Russ.). Available at: https://potok.io/blog/hr-cases/lenta-sever-ai/ (accessed: 20 November 2025).

3. Sber Developer. Application of Artificial Intelligence. (in Russ.). Available at: https://developers.sber.ru/help/gigachat-api/use-ai (accessed: 20 November 2025).

4. Association of Representatives of Business and the Scientific Community 'Digital Technologies in Industry. (in Russ.). Available at: https://rusindustrial.ai/wp-content/uploads/2022/12/Zagorodnjuk_Gazprom-neft-CTV.pdf (accessed: 20 November 2025).

Polina K. Smirnova
Student, Department of Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7-999-495-50-09
Email: pOOOli@mail.ru

Margarita A. Afonasova
Doctor of Economics Sciences, professor, Department of Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-3891-644X
Phone: +7-903-953-42-66
Email: afonasova@tusur.ru

УДК 334.02

Н.Г. Цап

ИНТЕГРАЦИЯ ИИ-ТЕХНОЛОГИЙ И ЧЕЛОВЕКА В СОВРЕМЕННОМ БИЗНЕСЕ

Обсуждается вопрос интеграции технологий искусственного интеллекта и человека в бизнес-процессы. Интеграция технологий искусственного интеллекта рассматривается как трансформационный тренд, кардинально меняющий структуру и организацию производственных процессов. Искусственный интеллект с помощью человека интегрируется в бизнес-процессы, что ведет к их оптимизации и усилению рыночных преимуществ. Обосновано, что интеграция искусственного интеллекта и человека становится решающим фактором, способствующим автоматизации рутинных операций, перехода человека к управлению интеллектуальными системами.

Ключевые слова: искусственный интеллект, интеграция, интеллектуальные системы; технологии, бизнес-процессы, человек.

В последние годы широко обсуждаются вопросы применения цифровых технологий в разных областях человеческой деятельности. Они используются в таких секторах, как образование, финансы, искусство, медицина, юриспруденция, транспорт, охватывают сферу государственных услуг.

О технологиях искусственного интеллекта (ИИ) заговорили не так давно. Искусственный интеллект определяется как «комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека» [1].

Актуализируются направления использования искусственного интеллекта, способного решать задачи, требующие человеческого интеллекта.

Внедрение бизнес-систем на основе искусственного интеллекта фундаментально меняет подходы к организации и автоматизации бизнес-процессов, формируя новую модель взаимодействия с человеком. Создается современная цифровая среда на основе интеграции технологий искусственного интеллекта и человека.

Компании активно осваивают и используют искусственный интеллект в своей деятельности, включая его в основные производственные циклы с целью оптимизации и повышения конкурентоспособности.

Искусственные интеллектуальные системы автоматизируют бизнес-процессы, обрабатывают данные, решают типовые задачи, находят решения, освобождая человека от повторяющихся действий. При этом человек с его знаниями и критическим мышлением принимает решения в нестандартных ситуациях, корректирует и дорабатывает модели искусственного интеллекта. Возникает симбиоз человека и искусственного интеллекта, порождая проблему поиска эффективных форм взаимодействия: с одной стороны, инструмент (искусственный интеллект), генерирующий информацию, с другой – оценка и контроль этой информации (человек – «мозг», принимающий стратегические решения). Такой симбиоз направлен на результативность деятельности, расширение человеческих возможностей.

На практике интеллектуальные системы выступают в роли помощника человека, выполняя рутинные задачи, делая бизнес более производительным, эффективным. Искусственный интеллект используется в обработке больших массивов данных, при поиске и анализе информации, в управлении документооборотом [2].

Активное внедрение технологий искусственного интеллекта в маркетинг (коммерческие сделки) обусловлено потребностью в генерации высококачественного контента для эффективной коммуникации с клиентами, стейкхолдерами. Отмечается, что использование генеративного искусственного интеллекта в маркетинге открывает значительные возможности для повышения экономической эффективности деятельности [3].

В финансовом секторе искусственный интеллект позволяет оценивать кредитоспособность клиентов. Банки используют модели искусственного интеллекта не только для выдачи, но прогнозного скоринга взыскания, когда система определяет вероятность возврата долга и выбирает стратегию взаимодействия с клиентами. Используются чат-боты для общения с клиентами в части консультации по предлагаемым продуктам, ответов на вопросы. Внедрение алгоритмов машинного обучения обеспечивает снижение финансовых рисков и усиление защищённости операций в цифровой финансовой среде (кибербезопасность) [4, 5].

По оценкам исследователей компании, которые уже интегрировали искусственный интеллект в бизнес-процессы, отмечается его позитивное влияние на финансовые показатели, оптимизацию издержек [6].

Искусственный интеллект успешно применяют в управлении персоналом (HRM): алгоритмы машинного обучения анализируют массивы резюме, помогают производить поиск и отбор кандидатов [7].

Современный этап технологического развития характеризуется внедрением систем искусственного интеллекта в повседневную жизнь («умные» устройства в жилых домах), использованием возможностей моделирования городской среды для застройки (формирование урбанистических пространств).

Сопряженность ИИ-технологий и человеческой деятельности формирует среду, где расширяются возможности совместной деятельности. Таким образом, происходит трансформация бизнес-процессов под влиянием технологий искусственного интеллекта. При этом имеет место обновление технологического уклада, который выражается в активном распространении и использовании интеллектуальных систем по отраслям и сферам экономики, в повседневной жизни человека.

В современном мире идет борьба за технологии, за будущее. И какое оно, будущее, не знает никто. Искусственный интеллект – это инструмент, еще до конца не осознанный, не ясны последствия его использования. Однако в действительности ИИ создают и совершенствуют люди, поэтому все зависит от самого человека (от пределов возможностей использования искусственного интеллекта). Даже самые совершенные программы не обладают и не будут обладать сознанием, эмоциями, мышлением, присущими человеческому разуму. Области внедрения искусственного интеллекта расширяются, и задачей человека становится грамотное управление применимостью таких систем.

Интеграция интеллектуальных технологий и человека влечет множество проблем, направленных на решение вопросов оптимального распределения функций между человеком и искусственным интеллектом, контроля работы и ответственности за решения, принятые системами, влияния на формирование личности, контроля безопасности. Слияние искусственного и естественного (человеческого) интеллектов приводит к необходимости подготовки высококачественных специалистов с новыми компетенциями, потребность в которых будет возрастать.

Литература

1. О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года) : указ Президента РФ от 10 октября 2019 года № 490 // СПС КонсультантПлюс (дата обращения: 04.12.2025).

2. Цой Е.К. Искусственный интеллект в юридической деятельности. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-yuridicheskoy-deyatelnosti/viewer (дата обращения: 04.12.2025).

3. Зырянов А.С. Методы применения искусственного интеллекта при формировании маркетинговой стратегии предприятий // Экономические исследования и разработки. 2024. № 8. С. 18–34. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_71231612_17407205.pdf (дата обращения: 04.12.2025).

4. Тихонов А.С. Использование искусственного интеллекта для скоринга кредитных клиентов: новые возможности и этические вызовы. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-iskusstvennogo-intellekta-dlya-skoringa-kreditnyh-klientov-novye-vozmozhnosti-i-eticheskie-vyzovy (дата обращения: 01.12.2025).

5. Мирошниченко М.А. Влияние искусственного интеллекта на эффективность управления документами и знаниями в банковской сфере. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-iskusstvennogo-intellekta-na-effektivnost-upravleniya-dokumentami-i-znaniyami-v-bankovskoy-sfere/viewer (дата обращения: 01.12.2025).

6. Влияние искусственного интеллекта на финансовые результаты компании. URL: https://newsletter.radensa.ru/archives/5029 (дата обращения: 01.12.2025).

7. Овчинникова О.П., Лебедева Д.В. Искусственный интеллект в управлении персоналом: возможности угрозы. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-upravlenii-personalom-vozmozhnosti-i-ugrozy/viewer (дата обращения: 01.12.2025).

Цап Наталья Геннадьевна
Ст. преподаватель каф. менеджмента Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Российская Федерация, 634000
Тел.: +7 (382-2) 70-15-78
Эл. почта: tsapng@rambler.ru

N.G. Tsap

Integration of Artificial Intelligence Technologies and Humans in Modern Business

The integration of artificial intelligence and human technologies into business processes is considered. It is described as a transformative trend fundamentally altering the structure and organization of production processes. Artificial intelligence with the help of humans is being integrated into business processes, leading to their optimization and enhanced market advantages. That the integration of artificial intelligence and humans is becoming a decisive factor in facilitating the automation of routine operations and the transition of humans to managing intelligent systems is justified.

Keywords: artificial intelligence, integration, intelligent systems; technologies, business processes, humans.

References

1. Decree of the President of the Russian Federation of October 10, 2019, no. 490 ‘On the Development of Artificial Intelligence in the Russian Federation’ (together with the ‘National Strategy for the Development of Artificial Intelligence for the Period up to 2030’). SPS ConsultantPlus. (in Russ.). (accessed: 4 December 2025).

2. Tsoi E.K. Artificial intelligence in legal activity. (in Russ.). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-yuridicheskoy (accessed: 4 December 2025).

3. Zyryanov A.S. [Methods of applying artificial intelligence in forming the marketing strategy of enterprises]. Economic Research and Development, 2024, no. 8, pp. 18-34. (in Russ.). Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_71231612_17407205.pdf (accessed: 4 December 2025).

4. Tikhonov A.S. Using Artificial Intelligence for Scoring Credit Clients: New Opportunities and Ethical Challenges. (in Russ.). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-iskusstvennogo-intellekta-dlya-skoringa-kreditnyh-klientov-novye-vozmozhnosti-i-eticheskie-vyzovy (accessed: 1 December 2025).

5. Miroshnichenko. M.A. The Impact of Artificial Intelligence on the Efficiency of Document and Knowledge Management in the Banking Sector. (in Russ.). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-iskusstvennogo-intellekta-na-effektivnost-upravleniya-dokumentami-i-znaniyami-v-bankovskoy-sfere/viewer (accessed: 1 December 2025).

6. The Impact of Artificial Intelligence on a Company's Financial Performance. (in Russ.). Available at: https://newsletter.radensa.ru/archives/5029 (accessed: 1 December 2025).

7. Ovchinnikova O.P., Lebedeva D.V. Artificial Intelligence in Personnel Management: Possibilities and Threats. (in Russ.). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-upravlenii-personalom-vozmozhnosti-i-ugrozy/viewer (accessed: 1 December 2025).

Tsap N.G.
Senior Lecturer, Department of Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 70-15-78
Email: tsapng@rambler.ru

УДК 004.8:658

М.Г. Сидоренко, Т.В. Архипова

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ВЫЗОВЫ ДЛЯ БИЗНЕСА

Исследованы тенденции использования технологий искусственного интеллекта. Выполнен анализ их применения по видам экономической деятельности, а также выявлены основные барьеры внедрения ИИ-технологий российскими предприятиями.

Ключевые слова: искусственный интеллект, технологии, бизнес, компетенции, внедрение.

Растущая конкуренция на рынке искусственного интеллекта (ИИ) и задачи обеспечения технологического суверенитета привели к ситуации, когда ИИ рассматривается как стратегический актив, способный поддерживать долгосрочную устойчивость на уровне национальных экономик и отдельных организаций через повышение производительности труда, снижение издержек, автоматизацию процессов и т.д. Увеличение объёмов данных и потребность в устойчивых управленческих системах создают постоянный спрос на решения ИИ, способствуя закреплению отрасли среди наиболее быстрорастущих сегментов мировой экономики.

Согласно данным Стэнфордского института HAI в 2024 году мировой рынок искусственного интеллекта имеет статус одной из наиболее динамично развивающихся отраслей глобальной экономики. Совокупный объём корпоративных инвестиций в технологии ИИ достиг 252,3 млрд долл., превысив показатель 2023 года на 26% [1]. За последнее десятилетие (2014–2024 гг.) суммарный объём инвестиций в ИИ-сектор увеличился более чем в 13 раз, что соответствует экспоненциальной траектории роста, характерной для прорывных технологических направлений [1].

Уровень внедрения технологий ИИ в организационные процессы в настоящее время достиг исторического максимума (рисунок 1). В 2025 году 88% компаний по всему миру применяли ИИ в своей деятельности (против 55% в 2023 году), 79% организаций применяли генеративные модели (рост с 33% в 2023 году) [2]. Важно подчеркнуть, что данные показатели отражают уровень использования в одной из бизнес-функций (маркетинг и продажи, управление запасами, поддержка клиентов, производство и т.д.), а не полное покрытие всех процессов компании. Рост уровня использования свидетельствует о переходе технологий ИИ из пилотных проектов в категорию стандартных производственных инструментов, обеспечивающих автоматизацию рутинных операций, генерацию контента и кода, персонализацию продуктов, прогнозирование спроса и оптимизацию цепочек поставок.

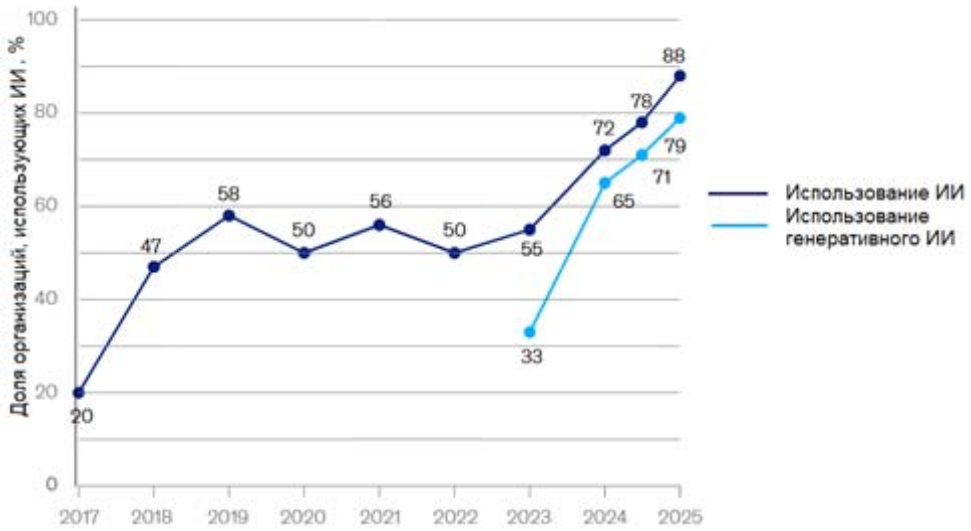


Рисунок 1 – Уровень использования ИИ (в % от числа участников)
Источник: ежегодный глобальный опрос McKinsey Global Survey on AI (2025) [2]

По данным глобального опроса McKinsey, среди компаний, использующих в 2025 году ИИ хотя бы в одной из бизнес-функций, 7% достигли стадии полного масштабирования ИИ, 31% находятся на стадии

масштабирования, 30% – на стадии пилотирования, а 32% ограничиваются экспериментированием (рисунок 2).

Рост мирового рынка технологий ИИ и стремительное увеличение инвестиций в данную сферу можно рассматривать не только как проявление технологического прогресса, но и как один из ключевых факторов обеспечения устойчивого развития бизнеса на фоне усложняющихся глобальных процессов, роста конкуренции, вызовов и ограничений.

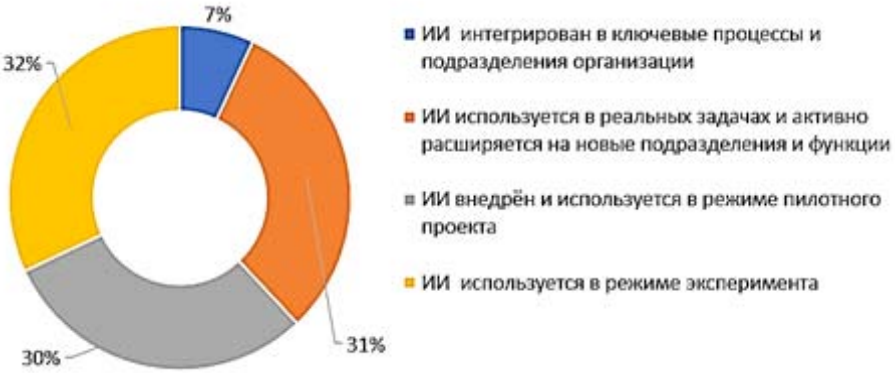


Рисунок 2 – Использование ИИ среди организаций, применяющих ИИ в 2025 году
Источник: составлено авторами на основе данных ежегодного глобального опроса McKinsey Global Survey on AI (2025)

В Российской Федерации лидером по доле организаций, внедривших технологии искусственного интеллекта, является сектор оптовой и розничной торговли – 44,7% от общего числа предприятий, использующих ИИ [3]. Такое доминирование объясняется развитием электронной коммерции и цифровых торговых платформ, в которых технологии ИИ обеспечивают прогнозирование потребительского спроса, формирование персонализированных товарных рекомендаций, оптимизацию логистических цепочек и складских запасов, обработку больших массивов данных. Кроме того, крупнейшие российские экосистемы (Wildberries, Ozon, СберМаркет и др.) используют собственные разработки в области ИИ, что позволяет достигать более высокой степени интеграции технологий по сравнению с офлайн-ритейлерами. В результате сектор оптовой и розничной торговли превратился в драйвер проникновения искусственного интеллекта в российскую экономику, существенно опережая другие отрасли по уровню организационного внедрения. Наиболее распространённой технологией является обработка визуальных данных, включая компьютерное зрение (66%), что отражает широкое применение систем видеонаблюдения, контроля качества и автоматизированного анализа изображений в промышленности, продажах, безопасности. На втором месте находится интеллектуальная поддержка принятия решений и управления (50%), свидетельствующая о растущей роли предиктивной аналитики и автоматизированных систем управления в бизнес-процессах. Обработка звуковых данных и текста применяется в 36% организаций, что соответствует активному развитию голосовых ассистентов, чат-ботов и систем анализа текстовых данных. Наименьшую долю (22%) занимает технология повышения эффективности ИИ, что указывает на относительно низкую зрелость процессов управления жизненным циклом моделей ИИ в большинстве российских компаний (рисунок 3) [3, 4].

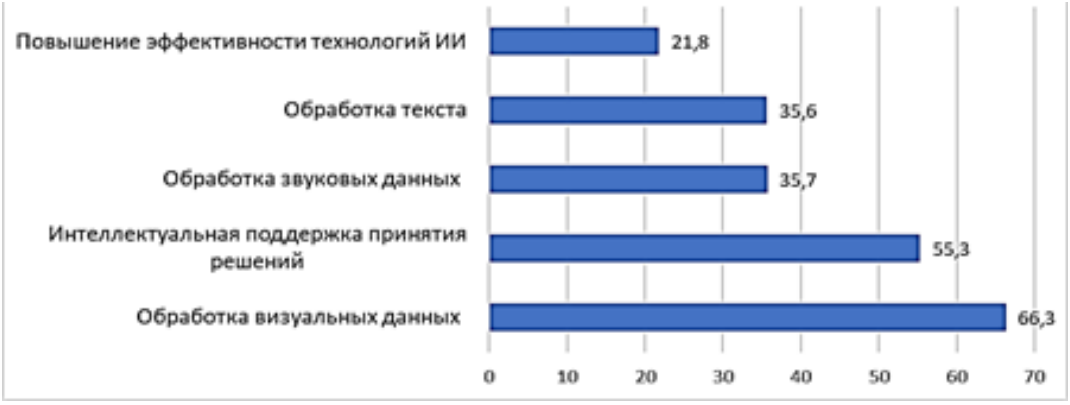


Рисунок 3 – Использование технологий искусственного интеллекта по видам, 2024 год
(в % от числа организаций, использующих технологии ИИ)

Одним из основных барьеров на пути масштабного внедрения и эффективного использования ИИ-технологий является дефицит квалифицированных специалистов. В 2023 году по результатам опроса, проведенного в Российской Федерации, примерно 50% компаний указали на серьёзные трудности с привлечением специалистов в области ИИ, 39% организаций сообщили о критической нехватке у собственных сотрудников компетенций, необходимых для самостоятельной разработки, интеграции и сопровождения ИИ-решений. Отметили отсутствие достаточных финансовых средств для предложения конкурентоспособной заработной платы и привлечения высококвалифицированных кадров 37,5% компаний [5]. Данная ситуация приводит к тому, что даже при наличии стратегической готовности и технической инфраструктуры компании не могут перейти от пилотных проектов к полномасштабному использованию ИИ. Кадровый фактор в настоящее время выступает главным системным ограничением темпов цифровизации отечественной экономики и требует внимания через расширение профильного образования и программ переподготовки.

Для подготовки кадров, владеющих ИИ-технологиями, требуется модернизация высшего образования в направлении более широкого использованияИИ.Внастоящеевремяискусственныйинтеллект трансформирует систему высшего образования, в университетах все шире используются такие инструменты, как прогностическое моделирование, аналитика данных и другие для персонализации обучения и выявления студентов, которым нужна помощь в обучении. Он также автоматизирует административные задачи и помогает преподавателям в разработке современных учебных материалов.

Таким образом, ИИ-технологии позволяют компаниям оптимизировать ресурсы, повышать устойчивость бизнес-процессов, снижать зависимость от человеческих и инфраструктурных факторов. Развитие интеллектуальной аналитики, автоматизации, роботизации систем управления большими данными укрепляет устойчивость экономики, позволяя быстрее реагировать на изменения внешней среды, адаптироваться к новым вызовам, снижать экономические, социальные и экологические риски. Расширение сферы применения искусственного интеллекта приводит к появлению новых профессий, ориентированных на разработку, управление и сопровождение ИИ-систем. В этой связи возрастает значимость подготовки высококвалифицированных специалистов для интеллектуальной экономики, основанной на использовании ИИ-технологий.

Литература

1. Artificial Intelligence Index Report 2025 [Электронный ресурс] // Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence. Электрон. дан. Stanford, 2025. URL: https://hai.stanford.edu/ai-index/2025-ai-index-report (accessed: 23.11.2025).

2. The state of AI: How organizations are rewiring to capture value: 2024–2025 McKinsey Global Survey results [Электронный ресурс] // McKinsey & Company; Quantum Black. Электрон. дан. 2024–2025. URL: https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai (accessed: 23.11.2025).

3. Абашкин В.Л., Ковалёва Г.Г. Распространение искусственного интеллекта в отраслях экономики и социальной сферы. М.: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 2025. URL: https://issek.hse.ru/news/1091369132.html?ysclid=mipv173dob930604994 (дата обращения: 15.11.2025).

4. Абашкин В.Л., Ковалёва Г.Г. Применение искусственного интеллекта в российских компаниях. М.: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 2025. URL: https://issek.hse.ru/news/1083541394.html?ysclid=mipv29f4q6820702719 (дата обращения: 13.11.2025).

5. Искусственный интеллект в России: разработка и применение / П.Б. Рудник (рук. авт. кол.), В.Л. Абашкин [и др.] ; под ред. Л.М. Гохберга, П.Б. Рудника, Г.И. Абдрахмановой. М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2025. 86 с. (Эмпирические исследования). URL: https://issek.hse.ru/news/1053986567.html?ysclid=mipvsej35y137382706 (дата обращения: 15.11.2025).

Сидоренко Марина Геннадьевна
Ст. преподаватель каф. экономической математики, информатики и статистики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (382-2) 90-01-87
Эл. почта: marina.g.sidorenko@tusur.ru

Архипова Татьяна Васильевна
Ст. преподаватель каф. менеджмента Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (382-2) 70-15-78
Эл. почта: tatiana.v.arkhipova@tusur.ru

M.G. Sidorenko, T.V. Arkhipova

Implementing Artificial Intelligence Technologies: New Opportunities and Challenges for Business

The article is devoted to some trends in the use of artificial intelligence (AI) technologies. Their application by types of economic activity is analyzed. The main barriers to the introduction of AI technologies by Russian are identified.

Keywords: artificial intelligence, technology, business, competencies, implementation

References

1. Artificial Intelligence Index Report 2025. Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence. Stanford, 2025. Available at: https://hai.stanford.edu/ai-index/2025-ai-index-report (accessed: 23 November 2025).

2. The state of AI: How organizations are rewiring to capture value: 2024–2025 McKinsey Global Survey results. McKinsey

& Company. Quantum Black 2024–2025. Available at: https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai (accessed: 23 November 2025).

3. Abashkin V. L., Kovaleva G. G. Rasprostraneniye iskusstvennogo intellekta v otraslyakh ekonomiki i sotsial'noy sfery [The spread of artificial intelligence in economic and social sectors]. Moscow, ISSEK HSE Publ., 2025. (in Russ.). Available at: https://issek.hse.ru/news/1091369132.html?ysclid=mipv173dob930604994 (accessed: 15 November 2025).

4. Abashkin V. L., Kovaleva G. G. Primeneniye iskusstvennogo intel-lekta v rossiyskikh kompaniyakh [Application of artificial intelligence in Russian companies] – [Electronic resource]. Moscow, ISSEK HSE Publ., 2025. (in Russ.). Available at: https://issek.hse.ru/news/1083541394.html?ysclid=mipv29f4q6820702719 (accessed: 13 November 2025).

5. Abashkin V. L., Abdrakhmanova G. I., et al. Iskusstvennyy intellekt v Rossii: razrabotka i primeneniye [Artificial intelligence in Russia: development and application]. National Research University 'Higher School of Economics, Moscow, ISSEK HSE Publ., 2025. 86 p. (in Russ.). Available at: https://issek.hse.ru/news/1053986567.html?ysclid=mipvsej35y137382706 (accessed: 15 November 2025).

Marina G. Sidorenko
Senior Lecturer, Department of Economic Mathematics, Computer Science and Statistics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 90-01-87
E-mail: marina.g.sidorenko@tusur.ru

Tatiana V. Arkhipova
Senior Lecturer, Department of Economic Mathematics, Computer Science and Statistics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 70-15-78
Email: tatiana.v.arkhipova@tusur.ru

УДК 004.838.2

С.В. Бочанова

ГЛОБАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ И ВЫЗОВЫ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ БЫСТРЫМ РАЗВИТИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Проводится анализ глобальных трендов и системных вызовов, порождаемых ускоренным развитием технологий искусственного интеллекта. В фокусе исследования находятся трансформационные сдвиги в ключевых сферах человеческой деятельности: экономике и рынке труда, социальных взаимодействиях, этико-правовом регулировании и геополитической стабильности. Делается вывод о том, что совокупное воздействие этих трендов формирует новую парадигму глобального развития, требующую адекватного и опережающего регулирования как на национальном, так и на международном уровне.

Ключевые слова: искусственный интеллект, тренды, технологические вызовы, этика ИИ, рынок труда, кибербезопасность, геополитическая конкуренция.

Проникновение технологий искусственного интеллекта (ИИ) из сугубо научной и IT-среды в повседневную жизнь, государственное управление и глобальную экономику обусловливает возникновение новых, сложно структурированных трендов и вызовов, требующих междисциплинарного осмысления.

Целью данного исследования является систематизация и анализ наиболее значимых глобальных трендов и вызовов, порождаемых развитием ИИ.

Актуальность темы обусловлена тем, что ИИ перестал быть лишь технологическим феноменом, превратившись в фактор, переопределяющий основы глобальной конкуренции, социального устройства и самого понятия человеческой деятельности. Ускоренное внедрение ИИ оказывает глубокое и неоднозначное влияние на глобальную экономику и социальную структуру.

Центральным трендом является утверждение данных в качестве нового, стратегического ресурса, сравнимого по значимости с нефтью в XX веке. Конкурентные преимущества компаний и государств все в большей степени определяются не объемом природных или финансовых активов, а способностью собирать, обрабатывать и извлекать ценность из больших данных (Big Data) [1]. В этом контексте ИИ выступает в роли «двигателя» новой экономики, преобразуя исходные данные в прогностические модели, автоматизированные решения и новые продукты. Формируются глобальные экосистемы, основанные на данных, доступ к которым становится вопросом экономического суверенитета.

ИИ становится «горизонтальной» технологией, внедряемой во все отрасли: от финансов и логистики до здравоохранения и сельского хозяйства. Речь идет не просто об автоматизации рутинных операций, а о формировании интеллектуальных систем управления целыми городами, транспортными сетями, энергосистемами [2]. Это создает беспрецедентные возможности для повышения эффективности, но одновременно порождает уязвимости, так как сбой или кибератака на такую систему, усиленную ИИ, может парализовать жизнеобеспечение целых регионов.

В трансформации научно-исследовательской деятельности ИИ превращается в мощный инструмент научного познания, способный анализировать огромные массивы данных, выявлять скрытые закономерности и генерировать гипотезы. Это проявляется в таких областях, как разработка новых материалов с заданными свойствами, ускорение создания лекарственных препаратов. Данный тренд ведет к смене научной парадигмы, где ИИ выступает не просто помощником, а полноправным участником исследовательского процесса.

Тренд на автоматизацию, характерный для предыдущих промышленных революций, представляется в новом качестве. Имеется ввиду не просто замена рутинного физического труда, но и комплексная автоматизация когнитивных задач. Развитие робототехники, объединенной с когнитивными системами, и внедрение киберфизических систем в рамках концепции «Индустрия 4.0» ведет к созданию «умных фабрик», способных к автономной адаптации и оптимизации производственных процессов [3]. Это влечет резкий рост производительности, кастомизацию массового производства и сокращение цепочек создания стоимости.

ИИ признается ключевой технологией национальной безопасности и экономической конкуренции в XXI веке. Ведущие страны мира, такие как США, Китай и государства Европейского союза, приняли масштабные национальные стратегии развития ИИ, рассматривая его как основу будущего технологического суверенитета [4]. Эта гонка стимулирует инвестиции и инновации, но также ведет к фрагментации мирового технологического пространства, созданию «цифровых барьеров» и обострению соперничества за таланты и данные. Российская Федерация предпринимает усилия по укреплению своего технологического суверенитета, стремясь снизить зависимость от иностранных платформ и решений. Вместе с тем страны,

обладающие передовыми технологиями ИИ, получают возможность диктовать технические стандарты и нормы, что является проявлением «мягкой силы» в цифровую эпоху.

Воздействие ИИ на рынок труда является одним из наиболее обсуждаемых вопросов. Исследования указывают на неоднозначность этого процесса. С одной стороны, происходит автоматизация повторяющихся алгоритмизируемых задач как синих, так и белых воротничков (от сборщиков на конвейере до специалистов по вводу данных). С другой – растет спрос на высококвалифицированные кадры, способные к творчеству, сложным социальным взаимодействиям (эмоциональный интеллект) и работе в тандеме с ИИ [5].

Формируется тренд на коллаборативный труд, где решения принимаются совместно человеком и искусственным интеллектом. Это порождает спрос на новые компетенции: «цифровую грамотность», навыки управления AI-системами и критический анализ их выводов. Однако существует серьезный риск углубления социального неравенства: возникает разрыв между небольшой прослойкой высокооплачиваемых специалистов, создающих и управляющих ИИ, и широкими массами, чьи навыки обесцениваются.

Тренд на изменение образовательной парадигмы закономерно приводит к трансформации системы образования. Остается в прошлом модель «образования на всю жизнь». Ей на смену приходит модель lifelong learning («непрерывное обучение в течение всей жизни») [6]. Фокус смещается с передачи узкоспециализированных знаний на развитие универсальных навыков: креативного мышления, адаптивности, способности к быстрому переобучению и работе с информацией. Образовательные платформы, использующие адаптивные алгоритмы ИИ для персонализации траекторий обучения, становятся ключевым инструментом в этом процессе.

Усиление этих тенденций порождает комплекс сложных вызовов, для преодоления которых необходимы скоординированные меры.

Одновременно обостряются вызовы в области кибербезопасности. ИИ используется для создания самообучающихся вредоносных программ, способных подстраиваться под системы защиты, и для масштабных целевых фишинговых атак. В сфере государственного управления возникает тренд на использование предиктивной аналитики для прогнозирования социальной нестабильности, преступности и для осуществления социального контроля, что ставит острые вопросы о границах допустимого наблюдения.

Другим критическим вызовом стала алгоритмическая предвзятость. Системы ИИ обучаются на исторических данных, которые могут содержать скрытые социальные, гендерные или расовые предрассудки. В результате ИИ не только воспроизводит, но и усиливает существующее в обществе неравенство, например при кредитном скоринге или подборе персонала. Также обостряется конфликт между эффективностью ИИ и правом человека на приватность, поскольку для функционирования алгоритмов требуются огромные массивы персональных данных.

Возможности ИИ по распознаванию лиц, анализу поведения и прогнозированию действий создают беспрецедентные инструменты для массового наблюдения как со стороны государств, так и корпораций. Это ставит под угрозу фундаментальные права и свободы личности, право на приватность и может использоваться для подавления инакомыслия.

Ряд исследователей призывают более серьезно относиться к потенциальным рискам, связанным с развитием искусственного интеллекта, выходящем из-под контроля, с несовпадением целей человечества и сверхинтеллектуальных систем. Игнорирование этой проблемы на ранних этапах может сделать ее неразрешимой в будущем.

Проведенный анализ позволяет констатировать, что быстрое развитие искусственного интеллекта является не просто одним из технологических трендов, а системообразующим фактором, запустившим глубокую трансформацию всех сфер человеческой деятельности. Таким образом, человечество сталкивается с парадоксом: технологии, обладающие колоссальным потенциалом для решения глобальных проблем, одновременно порождают новые, не менее серьезные вызовы. Ключевой задачей на ближайшее десятилетие становится выработка адекватных механизмов управления такими технологиями. Это требует тесной международной кооперации для создания глобальных стандартов, развития системы непрерывного образования с целью адаптации общества и формирования гибкой, но эффективной системы правового регулирования, способной не догонять, а опережать технологическое развитие. Будущее, формируемое ИИ, будет определяться не столько самими технологиями, сколько теми ценностными выборами и управленческими решениями, которые человечество совершит сегодня.

Литература

1. Бучинская О.Н. Информация как ресурс в эпоху цифровой экономики // Вестн. Удмуртского ун-та. Сер. Экономика и право. 2022. № 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/informatsiya-kak-resurs-v-epohu-tsifrovoy-ekonomiki (дата обращения: 09.12.2025).

2. Тренды и развитие искусственного интеллекта (ИИ). URL: https://roscongress.org/materials/trendy-i-razvitie-iskusstvennogo-intellekta-ii/ (дата обращения: 03.12.2025).

3. Иванов Д.А., Иванова М.А., Соколов Б.В. Анализ тенденций изменения принципов управления предприятиями в условиях развития технологий Индустрии 4.0 // Труды СПИИРАН. 2018. Т. 5, № 60. С. 97–127.

4. О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации : указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 № 490 (в ред. Указа от 26.12.2021 № 761).

URL: http://kremlin.ru/acts/bank/44731 (дата обращения: 15.11.2025).

5. Лялькова Е.Е., Богдашкина Е.А., Лобкова В.Э. Влияние искусственного интеллекта на рынок труда: анализ изменений в спросе на квалификации и обучении // E-Scio. 2023. № 5 (80). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-iskusstvennogo-intellekta-na-rynok-truda-analiz-izmeneniy-v-sprose-na-kvalifikatsii-i-obuchenii (дата обращения: 03.12.2025).

6. Образование в течение всей жизни (Lifelong Learning): Новая парадигма и миссия современной школы. URL: https://www.fa.ru/university/structure/university/uso/press-service/press-releases/obrazovanie-v-techenie-vsey-zhizni-lifelong-learning-novaya-paradigma-i-missiya-sovremennoy-shkoly (дата обращения: 03.12.2025).

Бочанова Светлана Витальевна
Ст. преподаватель, каф. менеджмента Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Российская Федерация, 634000
ORCID 0000-0003-2562-0313
Тел.: +7 (382-2) 70-15-78
Эл. почта: smirnoffsv@mail.ru

S.V. Bochanova

Global Trends and Challenges Caused by Rapid Development of Artificial Intelligence

The article is devoted to the analysis of global trends and system challenges generated by the accelerated development of artificial intelligence (AI) technologies. The transformational shifts in key areas of human activities such as economy and labor market, social interactions, ethical and legal regulation and geopolitical stability, are focused. That the combined impact of these trends is forming a new paradigm of global development, requiring adequate and proactive regulation at both the national and international levels is concluded.

Keywords: artificial intelligence, trends, technological challenges, AI ethics, labor market, cybersecurity, geopolitical competition.

References

1. Buchinskaya O. N. [Information as a resource in the digital economy era]. Bulletin of Udmurt University. Series ‘Economics and Law’, 2022, no. 2 (in Russ.). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/informatsiya-kak-resurs-v-epohu-tsifrovoy-ekonomiki (accessed: 9 December 2025).

2. Trends and Development of Artificial Intelligence (AI). (in Russ.). Available at: https://roscongress.org/materials/trendy-i-razvitie-iskusstvennogo-intellekta-ii/ (accessed: 3 December 2025).

3. Ivanov D. A., Ivanova M. A., Sokolov B. V. [Analysis of trends in changing enterprise management principles in the context of the development of Industry 4.0 technologies]. Proceedings of SPIIRAS, 2018, no. 5(60), pp. 97-127 (in Russ.).

4. Decree of the President of the Russian Federation of October 10, 2019, no. 490 ‘On the Development of Artificial Intelligence in the Russian Federation’ (as amended by Decree of December 26, 2021, no. 761). (in Russ.). Available at: http://kremlin.ru/acts/bank/44731 (accessed: 15 November 2025).

5. Lyalkova E. V., Bogdashkina E. A., Lobkova V. E. [The impact of artificial intelligence on the labor market: analysis of changes in demand for training qualifications]. E-Scio Journal, 2023, no. 5 (80) (in Russ.). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-iskusstvennogo-intellekta-na-rynok-truda-analiz-izmeneniy-v-sprose-na-kvalifikatsii-i-obuchenii (accessed: 3 December 2025).

6. Lifelong Learning: New Paradigm and Mission of the Modern School. (in Russ.). Available at: https://www.fa.ru/university/structure/university/uso/press-service/press-releases/obrazovanie-v-techenie-vsey-zhizni-lifelong-learning-novaya-paradigma-i-missiya-sovremennoy-shkoly (accessed: 3 December 2025).

Svetlana V. Bochanova
Senior Lecturer, Department of Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634000
ORCID: 0000-0003-2562-0313
Phone: +7 (382-2) 70-15-78
Email: smirnoffsv@mail.ru

УДК 331.108.4

Н.П. Прудникова

ПРИМЕНЕНИЕ ИММЕРСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КОРПОРАТИВНОМ ОБУЧЕНИИ И АДАПТАЦИИ ПЕРСОНАЛА

Анализируется опыт внедрения иммерсивных технологий (VR, AR) в системы корпоративного обучения и адаптации персонала. На примере кейсов ведущих российских компаний («Газпром нефть», Сбербанк) рассматривается практическая эффективность использования VR-тренажеров для снижения рисков и ускорения подготовки кадров.

Ключевые слова: иммерсивные технологии, виртуальная реальность (VR), дополненная реальность (AR), корпоративное обучение, адаптация персонала, эффективность обучения.

Цифровая трансформация процессов управления человеческим капиталом в 2020-е годы прошла несколько стадий: от автоматизации кадрового документооборота и внедрения LMS к массовому переходу на гибридные и удалённые форматы работы, а затем – к использованию генеративного искусственного интеллекта. К 2025 году следующей логической ступенью стало широкое промышленное внедрение иммерсивных технологий (VR, AR, MR, XR и связанных с ними 360°-видео и метавселенных) в корпоративное обучение и адаптацию персонала [1].

Под иммерсивными технологиями понимается группа решений, создающих у пользователя устойчивое ощущение физического присутствия в искусственной среде и позволяющих взаимодействовать с ней естественными движениями тела. К таким технологиям относятся:

✓ VR (VirtualReality) – полное погружение с помощью шлема, закрывающего поле зрения и слух (Pico 4 Enterprise, Quest 3S, VarwinStation);

✓ AR (AugmentedReality) – наложение цифровых объектов на реальный мир через очки или планшет;

✓ MR/XR (Mixed/ExtendedReality) – гибридные среды, где виртуальные и реальные объекты взаимодействуют в реальном времени;

✓ 360°-видео и метавселенные – многопользовательские платформы (Virbela, Spatial, Frame, российские Varwin XRMS, ModumLab, VR Concept, Cerevrum).

Ключевое отличие иммерсивных технологий от традиционного e-learning – активация тех же нейронных цепей, что и в реальной ситуации: пользователь не просто смотрит видео, а физически выполняет действия, испытывает стресс, получает мгновенную обратную связь и эмоционально «проживает» последствия своих решений.

Если ещё пять лет назад виртуальная и дополненная реальности воспринимались большинством российских компаний как экзотическая инновация, то к ноябрю 2025 года они стали одним из наиболее эффективных и быстроокупаемых инструментов корпоративного обучения и адаптации персонала. По данным PwC (2025), иммерсивное обучение обеспечивает рост удержания и устойчивости знаний до 75–92% через год, сокращение времени освоения навыков в 3,5–6,5 раза и увеличение уверенности сотрудников в выполнении сложных задач на 275%. Средний возврат инвестиций в промышленных проектах достигает 300–510% уже на второй год эксплуатации.

Цель настоящей статьи – систематизировать зарубежный и российский опыт применения иммерсивных технологий, описать механизмы их использования в процессах обучения и адаптации на примере ведущих отечественных компаний.

Эффективность иммерсивного обучения объясняется с позиций теории воплощенного познания (embodiedcognition) и цикла обучения на основе опыта: знания, полученные через телесное присутствие и эмоциональное переживание, формируют более устойчивые нейронные связи. Эмпирические исследования 2023–2025 годов подтверждают:

✓ уровень удержания и воспроизводства знаний через 12 месяцев – 75–92% против 20–30% при традиционных методах;

✓ сокращение времени обучения – 3,5–6,5 раза;

✓ снижение количества ошибок в операциях с высоким риском – 40–68%;

✓ ROI – 260–510% на второй год (Strivr, CGS Inc., Training Industry 2025).

К ноябрю 2025 года 68% компаний Fortune 500 имеют промышленные иммерсивные программы (TrainingIndustry Q3 2025). Наиболее показательны:

✓ Walmart – обучение 1,5 млн сотрудников в VR: травматизм –25 %, экономия $42 млн/год;

✓ Bank o fAmerica – полный VR-онбординг 50 тыс. новичков ежегодно: адаптация с 6 до 2 месяцев;

✓ Boeing – VR-сборка крыла 777X: ошибки –40%, экономия более $20 млн/год.

В России внедрение таких технологий идёт опережающими темпами благодаря сочетанию государственной поддержки и стратегических приоритетов крупных корпораций. Приведем три наиболее зрелых кейса с описанием того, как именно устроен процесс обучения и адаптации.

ПАО «Газпром нефть» – программа «Цифровой двойник + VR-обучение»

С 2022 года «Газпром нефть шельф» (дочернее общество ПАО «Газпром нефть») эксплуатирует VR-тренажёры на базе точных 3D-копий реальных объектов, включая морскую ледостойкую стационарную платформу «Приразломная» (цифровой двойник) и отдельные участки нефтеперерабатывающих заводов [2].

Процесс адаптации и обучения выглядит следующим образом:

– сотрудник надевает VR-шлем (используются гарнитуры Pico 4 Enterprise, VarwinStation и аналогичные);

– на старте проходит виртуальный тур по ключевым объектам компании: офисы в Москве и Санкт-Петербурге, морская платформа, НПЗ (включая Омский);

– далее следует серия интерактивных VR-модулей по технике безопасности и операционным процедурам: работа с арматурой, ЛЭП, погрузо-разгрузочные операции, ликвидация аварийных разливов нефти и другие высокорисковые сценарии;

– каждый модуль включает практическую отработку действий в виртуальной среде с полной имитацией физических движений;

– встроенная ИИ-аналитика фиксирует ошибки, время реакции, в некоторых модулях – уровень стресса (по пульсу через совместимые датчики) и автоматически формирует индивидуальные рекомендации и план повторения;

– часть сценариев реализована в многопользовательском режиме – сотрудники отрабатывают совместные действия в команде (например, ликвидация аварийного разлива нефти).

Результаты внедрения (по состоянию на 2025 год, данные компании и партнёров):

– время подготовки буровых и ремонтных бригад сокращено в среднем в 4–5 раз (с нескольких месяцев до 3–4 недель в зависимости от специальности);

– количество ошибок при выполнении реальных операций снизилось на 40–45%;

– экономический эффект от отдельных проектов с использованием цифровых двойников и VR-тренажёров превышает 1 млрд рублей в год (по данным компании за 2023–2025 гг.);

– уровень удержания новичков в высокорисковых профессиях значительно вырос за счёт более привлекательного и эффективного формата обучения.

ПАО Сбербанк – программа «SberReality»

С 2023 года розничный блок Сбербанка (около 90 тыс. сотрудников) проходит обязательный VR-онбординг и регулярное развитие с использованием иммерсивных технологий. Программа реализована на базе отечественных и локализованных платформ, обеспечивающих безопасную практику и персонализацию обучения [3].

В компании используются следующие программы:

– VR-онбординг «Один день из жизни сотрудника Сбера»: 45-минутный интерактивный квест на платформе Cerevrum с элементами 360°-видео. Сотрудник виртуально посещает 7 регионов, отрабатывает 12 типичных клиентских сценариев и знакомится с 40 продуктами банка;

– еженедельные микромодули: 15-минутные сессии на базе GigaChat (собственная ИИ-модель Сбера) и Varwin XRMS: «Сложный клиент» (ролевые диалоги), «Кредитный конвейер» (симуляция процессов), «Кибербезопасность» (отработка фишинга и защиты данных);

– Soft-skills блок: ролевые игры с ИИ-аватарами на платформе Cerevrum (интеграция с GigaChat). Сотрудник выбирает параметры клиента (пол, возраст, психотип) и получает мгновенную обратную связь по эмпатии, скорости и точности ответов;

– система аналитики и мотивации: ежемесячный рейтинг топ-1000 сотрудников по VR-метрикам (на базе встроенной аналитики Cerevrum и 1С:HR) с прямым влиянием на премию.

Результаты внедрения иммерсивных технологий:

– период полной адаптации сокращён с 4–5 до 1,5–2 месяцев;

– коэффициент удержания новичков вырос на 28%;

– экономия на очных тренингах превышает 2,7 млрд руб. в год.

X5 Group (Пятёрочка, Перекрёсток, Чижик) – программа «VR-Торговый зал»

С 2024 года X5 RetailGroup внедрила VR-тренажёры для обучения персонала розничных сетей (Пятёрочка, Перекрёсток, Чижик), охватывая около 180 тыс. новых сотрудников торгового зала ежегодно. Программа фокусируется на отработке клиентского сервиса, операций в зале и безопасности, используя геймифицированный подход с уровнями сложности [4].

В компании X5 RetailGroup используются следующие программы:

– VR-онбординг и базовые модули – интерактивные курсы на платформе Cerevrum и Varwin XRMS для отработки повседневных операций: выкладка товаров, ротация, управление складом. Сотрудник проходит виртуальный тур по реальному магазину 1:1 с элементами 360°-видео;

– модуль «Пик часа» – симуляция пиковых нагрузок со 120+ виртуальными покупателями, очередями, конфликтными ситуациями и кражами; отработка на базе ИИ-аватаров для ролевых диалогов;

– модуль безопасности – отработка чрезвычайных ситуаций: пожар, эвакуация, использование огнетушителя; интегрировано с нормативными требованиями Ростехнадзора;

– тесты и мультиплеер – финальные сессии в многопользовательском режиме (до 8 человек на один виртуальный магазин) для командной аттестации; встроенная аналитика (Cerevrum) оценивает скорость, точность и взаимодействие.

Результатами внедрения стали снижение травматизма в торговом зале на 30%; рост скорости обслуживания в пиковые часы на 22%; сокращение оттока сотрудников в первые 3 месяца на 37%. При этом окупаемость каждой гарнитуры составила в среднем 4,5 месяца.

В 2024–2025 годах масштабное внедрение иммерсивных технологий в корпоративное обучение продолжилось и в других крупных российских компаниях: Северсталь (активно развивает VR-тренажёры для работ на высоте); РЖД (использует VR-симуляторы для подготовки машинистов и диспетчеров, включая высокоскоростные поезда); Росатом (в 2025 году ввёл в эксплуатацию «Виртуально-цифровую АЭС» – полноценный цифровой двойник для обучения оперативного персонала станций); Магнит (применяет VR-модули для онбординга и обучения линейного персонала магазинов: выкладка, клиентский сервис, безопасность); ВКонтакте и Яндекс используют VR и AR в корпоративных образовательных программах (softskills, продуктовое обучение, креативные индустрии).

К концу 2025 года иммерсивные технологии уверенно вошли в повседневную практику корпоративного обучения и активно внедряются в самых разных отраслях и компаниях России – от тяжёлой промышленности, нефтегаза и энергетики до ритейла, транспорта и IT-сектора. Здесь помогает активная грантовая поддержка: средний проект получает 30–50 млн руб. от «Сколково», Минпромторга или Минобрнауки, что снижает срок окупаемости до 6–9 месяцев. В настоящее время уже существуют готовые пакеты «Нефтегаз», «Ритейл», «Железнодорожный транспорт», «Металлургия», что резко снижает порог входа для новых участников. Кроме того, глубокая интеграция с 1С, SAP SuccessFactors, Workday обеспечивает автоматическую передачу результатов обучения в личные карточки сотрудников.

В 2025 году Ростехнадзор и Минтруд включили VR-тренажёры в перечень допустимых средств обучения по 38 профессиям повышенной опасности (приказы № 378 и № 412 от 12.08.2025). Теперь прохождение VR-модулей официально засчитывается вместо части обязательных очных часов, что резко упрощает получение допуска к работе и снимает юридические барьеры для компаний. При этом массовый выпуск отечественных гарнитур «Пико-Нео 4 Рус» (совместное предприятие Pico и «Ростелеком») и «Альфа-VR» (НТЦ «Модуль») довёл цену устройства до 28–34 тыс. руб. при закупке от 500 шт. Одновременно стоимость одного часа готового отраслевого контента упала до 180–220 тыс. руб. (против 1,2–1,8 млн руб. в 2022–2023 гг.) благодаря no-code-платформам Varwin XRMS и ModumLab.

В 2025 году Сбер, Газпромбанк и МТС запустили сервисы аренды полного комплекта (гарнитуры + контент + аналитика) по модели подписки: 2900–4700 руб./сотрудник в месяц. Это сделало технологию доступной даже для компаний среднего размера (500–3000 человек), у которых нет собственного ИТ- и L&D-бюджета на капитальные затраты.

По данным НИУ ВШЭ, в 2025 году более 11 тысяч выпускников российских вузов имеют компетенции по разработке XR-контента (программы «Цифровые технологии в экономике», «Игровые технологии и VR/AR», «Цифровые двойники»). Это полностью закрывает внутренний дефицит специалистов и позволяет компаниям обходиться без дорогих западных подрядчиков.

Указанные факторы, действующие одновременно, создают в России уникальное окно возможностей, которое, по оценке автора, продлится ещё 14–18 месяцев – до конца 2026 года. После этого иммерсивное обучение станет обязательным конкурентным стандартом, а не источником дополнительного преимущества.

Таким образом, иммерсивные технологии превратились из инновации в производственную необходимость. Российские компании, благодаря сочетанию государственной поддержки, сильной инженерной школы и быстрого импортозамещения ПО, не просто догоняют, а во многих аспектах опережают западных коллег по скорости внедрения. Именно иммерсивные технологии позволяют бизнесу выиграть в самой важной на сегодняшний день конкурентной борьбе – борьбе за скорость привлечения и удержания квалифицированных кадров. Согласно прогнозам НИУ ВШЭ и TAdviser, к 2030 г. доля иммерсивных форматов в корпоративном L&D превысит 50%, а рынок в России достигнет 35–40 млрд руб. При этом 80% программ будут на отечественных платформах (Varwin, ModumLab) с экономией 60–70% на командировочных расходах.

Литература

1. YADRO. AR и VR в промышленности: сценарии использования и перспективы [Электронный ресурс]. URL: https://engineer.yadro.com/article/ar-vr-in-industry/

2. ТАСС. «Газпром нефть» создала цифровой двойник для управления производством [Электронный ресурс]. URL: https://tass.ru/ekonomika/6811552.

3. СберПресс. Сбер открывает новые возможности VR для корпоративного обучения [Электронный ресурс]. URL: https://www.sberbank.ru/ru/sberpress/all/article?newsID=0d54635f-8a42-432f-8008-210ca9e553d7&blockID=1303&regionID=77&lang=ru&type=NEWS .

4. IT World. Цифровизация и внедрение VR-технологий в российских компаниях [Электронный

ресурс]. URL: https://www.it-world.ru/news-company/kcfgbar56eoo0wc4wg8ocww84k8s4k8.html.

Прудникова Наталья Павловна
Ст. преподаватель каф. менеджмента Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7-913-114-63-77
Эл. почта: p.natali1996@mail.ru

N.P. Prudnikova
Application of Immersive Technologies in Corporate Training and Personnel Adaptation

The experience of implementing immersive technologies (VR, AR) in corporate training and personnel adaptation systems is presented. Using case studies from leading Russian companies (Gazprom Neft, Sberbank) the practical effectiveness of using VR simulators to reduce risks and accelerate staff training is considered.
Keywords: immersive technologies, virtual reality (VR), augmented reality (AR), corporate training, personnel onboarding, training effectiveness.

References

1. YADRO. AR and VR in industry: usage scenarios and prospects. (in Russ.). Available at: https://engineer.yadro.com/article/ar-vr-in-industry/ (accessed: 18 November 2025).

2. TASS. Gazprom Neft created a digital twin for production management. (in Russ.). Available at: https://tass.ru/ekonomika/6811552 (accessed: 18 November 2025).

3. SberPress. Sber opens new VR opportunities for corporate training. (in Russ.). Available at: https://www.sberbank.ru/ru/sberpress/all/article?newsID=0d54635f-8a42-432f-8008-210ca9e553d7&blockID=1303&regionID=77&lang=ru&type=NEWS (accessed: 18 November 2025).

4. IT World. Digitalization and implementation of VR technologies in Russian companies. (in Russ.). Available at: https://www.it-world.ru/news-company/kcfgbar56eoo0wc4wg8ocww84k8s4k8.html (accessed: 18 November 2025).

Natalya P. Prudnikova
Senior Lecturer, Department of Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, 634050, Russia
Phone: +7-913-114-63-77
Email: p.natali1996@mail.ru

УДК 004.838.2

Е.С. Радионова

РАЗВИТИЕ ИНДУСТРИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА КАК ДРАЙВЕР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Рассматривается роль технологий искусственного интеллекта (ИИ) в качестве ключевого драйвера экономического роста в условиях глобальной цифровой трансформации. Особое внимание уделяется стратегиям развития ИИ в Российской Федерации и других странах. Делается вывод, что реализация потенциала ИИ для устойчивого экономического роста требует комплексного подхода, сочетающего технологическое развитие, эффективную государственную политику и решение социально-этических вопросов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, экономический рост, цифровизация, инвестиции.

Индустрия искусственного интеллекта представляет собой сферу, в которой разрабатываются и применяются технологии, способные имитировать когнитивные функции человека, такие как распознавание образов, обучение, планирование, обработка языка и т.д. Применение технологий искусственного интеллекта и эффективная адаптация ИИ-решений становится критическим фактором конкурентоспособности для корпораций и государств, обеспечивая динамику инновационного развития и повышение экономической эффективности.

Целью настоящего исследования является анализ роли индустрии искусственного интеллекта в качестве драйвера экономического роста.

Актуальность темы обусловлена возрастающим влиянием ИИ на все сферы человеческой деятельности: от промышленного производства и финансовых услуг до здравоохранения и государственного управления. ИИ перестал быть исключительно предметом научных изысканий и превратился в фундаментальный фактор, определяющий конкурентоспособность национальных экономик и корпораций.

Согласно исследованию McKinsey Global Institute, отрасли, наиболее подверженные автоматизации с применением ИИ, включают транспорт и складирование (56% потенциальных автоматизированных задач), производство (53%) и розничную торговлю (51%) [1].

Кроме того, ожидается, что наибольшую экономическую выгоду от внедрения ИИ получат Китай и Северная Америка, которые смогут увеличить свой ВВП на 26% и 14% соответственно [2] (таблица 1).

Согласно отчету PwC наибольший прирост ВВП за счет внедрения технологий ИИ к 2030 году ожидается в Китае и странах Северной Америки, что обусловлено масштабными инвестициями в исследовательские проекты и высокой степенью цифровой зрелости экономик [2].

Одним из наиболее обсуждаемых последствий внедрения искусственного интеллекта является трансформация рынка труда. Согласно отчету Всемирного экономического форума (WEF) «The Future of Jobs Report 2023» к 2027 году около 23% всех текущих р абочих мест претерпят изменения под воздействием автоматизации и технологий ИИ [1].

Таблица 1 – Прогноз роста ВВП за счет внедрения ИИ к 2030 году

Регион	Прогнозируемый прирост ВВП, %
Китай	+26
Северная Америка	+14
Северная Европа	+9,9
Европа	+11,5
Южная Латинская Америка	+5,4
Африка	+5,6
Остальной мир	+7,7

Что касается нашей страны, согласно рейтингу агентства Tortoise Media 2023 года Россия находится на седьмом месте в мире по участию государства в развитии технологий ИИ [3]. Российский рынок ИИ демонстрирует впечатляющую динамику, переходя из фазы пилотных проектов в стадию промышленного масштабирования. Объем рынка ИИ в 2025 году оценивается в 305 млрд рублей с годовым ростом около 36% [4].

Тем не менее проникновение таких технологий остается неравномерным. На макроуровне только 4,3% российских промышленных предприятий системно используют технологии ИИ. Этот диссонанс между высокими показателями лидеров и общей низкой вовлеченностью массового сегмента указывает на наличие существенного «цифрового разрыва». Важно отметить изменение структуры инвестиций: 61% вложений в ИИ поступает из частного сектора, что демонстрирует растущую уверенность бизнеса в этих технологиях. Кроме того, бизнес становится более прагматичным: 33% затрат на цифровизацию направляется на внешние решения, что говорит о поиске наиболее эффективных путей трансформации [4].

Государственная политика выступает системным драйвером процесса. Реализуется «Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности», координирующее усилия по пяти ключевым проектам, включая «Умное производство» и «Технологическую независимость» [4]. В 2024–2026 гг. в рамках федерального проекта «Искусственный интеллект» на развитие этого направления выделено 15,7 млрд рублей [5].

Экономический потенциал ИИ для России является значительным и переходит из гипотетической плоскости в область измеримых прогнозов. Согласно консенсус-оценкам, к 2030 году ежегодный экономический эффект от внедрения ИИ может составить от 7,9 до 12,8 трлн рублей, что эквивалентно примерно 5,5% прогнозируемого ВВП. Для сравнения: такие данные сопоставимы с прибылью всей банковской отрасли страны [6]. При этом ожидается, что ИИ внесет прирост в 3% к ВВП уже в среднесрочной перспективе [4].

Эффект формируется по трем основным каналам [6]:

1) оптимизация операционных затрат;

2) создание новой выручки за счет продуктовых инноваций;

3) трансформация бизнес-моделей.

Вопреки распространенным стереотипам, автоматизация труда не является доминирующим мотивом: только 32% компаний ожидают сокращения фонда оплаты труда, а доля тех, кто связывает эффект генеративного ИИ с оптимизацией труда, за год снизилась с 49 до 12%. Вместо сокращения штатов бизнес использует высвобожденный ресурс сотрудников для решения новых стратегических задач [6].

Наиболее существенная удельная эффективность ожидается в «цифровых» отраслях: e-commerce, телекоммуникациях, медиа и IT [6]. Однако прорывные результаты демонстрируют и традиционные сектора:

– промышленность и логистика. Умные системы логистики сокращают транспортные расходы на 15–20%. Цифровые двойники, хотя и применяются пока лишь на 0,9% предприятий, позволяют сократить время запуска новых линий на 30% [4];

– финансовый сектор. Алгоритмы машинного обучения снижают уровень мошенничества на 40% [4]. Цифровизация и создание отечественной финансовой инфраструктуры (СПФС, «Мир») стали ключевым фактором устойчивости экономики в условиях санкционного давления;

– сельское хозяйство. Системы на базе ИИ повышают урожайность на 15–20% [4];

– розничная торговля. Системы управления запасами сокращают логистические издержки на 25% [4];

– наука. Ученые, использующие ИИ-решения, демонстрируют рост публикационной активности на 60% и трехкратное увеличение индекса цитирования [5].

Лидеры внедрения, тратящие на технологии ИИ 13–17% ИТ-бюджета, уже сегодня оценивают его текущий эффект в 6,6% от EBITDA, прогнозируя рост до 15,8% [6].

Проведенный анализ позволил сделать вывод, что искусственный интеллект превратился в ключевой драйвер изменений в мировой экономике. Исследования подтверждают его огромную роль в росте эффективности производства, улучшении бизнес-процессов, прогнозировании и моделировании. По оценкам экспертов, экономическое влияние ИИ будет нарастать, стимулируя переток капиталов и ускорение экономического роста.

Искусственный интеллект в современной России перестал быть технологической экзотикой, превратившись в инструмент повышения эффективности и источник макроэкономического роста. Совокупность факторов – сильной научной школы, растущих частных инвестиций и целенаправленной государственной политики – создает уникальный шанс для технологического рывка и формирования национальной модели цифровизации, учитывающей специфику экономики.

Ключом к успеху станет не механическое копирование опыта зарубежных партнеров, а развитие собственной технологической экосистемы, основанной на суверенных решениях в области фундаментальных и прикладных исследований, программного обеспечения и вычислительной инфраструктуры. При этом критически важно обеспечить сбалансированность технологического прогресса и социальной стабильности, активно противодействуя цифровым угрозам и готовя общество к грядущим трансформациям. В таком случае ИИ сможет стать не просто драйвером экономического роста, а основой для построения устойчивой, технологически независимой и социально ориентированной экономической системы России.

Литература

1. Мирсаидова Ш.А., Расулова С.Х. Искусственный интеллект как драйвер экономического роста: перспективы и риски // Инженерная экономика : сб. материалов 81-й студ. науч.-техн. конф. URL: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/158502/537545.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата обращения: 09.12.2025).

2. PwC. Sizing the Prize: What's the Real Value of AI for Your Business and How Can You Capitalize? 2023. URL: https://www.pwc.com.au/government/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf (accessed: 03.12.2025).

3. Доля цифры: какую роль искусственный интеллект играет в росте ВВП. URL: https://www.forbes.ru/tekhnologii/522747-dola-cifry-kakuu-rol-iskusstvennyj-intellekt-igraet-v-roste-vvp (дата обращения: 10.12.2025).

4. Россия в эпоху искусственного интеллекта: цифровая трансформация как шанс для экономического рывка. URL: https://www.vedomosti.ru/press_releases/2025/11/13/rossiya-

v-epohu-iskusstvennogo-intellekta-tsifrovaya-transformatsiya-kak-shans-dlya-ekonomicheskogo-rivka (дата обращения: 10.12.2025).

5. Эксперты ВЭО России назвали условия для дальнейшего развития технологий ИИ в РФ. URL: https://rg.ru/2025/12/08/eksperty-veo-rossii-nazvali-usloviia-dlia-dalnejshego-razvitiia-tehnologij-ii-v-rf.html (дата обращения: 10.12.2025).

6. Аналитики оценили экономический эффект от ИИ в РФ в 12,8 трлн рублей к 2030 году. URL: https://expert.ru/news/riteylery-soobshchili-o-roste-sprosa-na-videokarty-dlya-pk-v-rossii/ (дата обращения: 10.12.2025).

Радионова Елена Сергеевна
Ст. преподаватель каф. менеджмента Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Российская Федерация, 634000
ORCID 0000-0003-2562-0313
Тел.: +7 (382-2) 70-15-78
Эл. почта: radionovaes80@mail.ru

E.S. Radionova

Development of Artificial Intelligence Industry as a Driver of Economic Growth in Digital Age

The role of artificial intelligence (AI) technologies as a key driver of economic growth in the context of global digital transformation is considered. Particular attention is paid to AI development strategies in Russia and other countries. That realizing the potential of AI for sustainable economic growth requires a comprehensive approach combining technological development, effective public policy, and addressing socio-ethical issues is concluded.
Keywords: artificial intelligence, economic growth, digitalization, investments.

Reference

1. Mirsaidova, Sh. A., Rasulova, S. Kh. Iskusstvennyj intellekt kak drajver ehkonomicheskogo rosta: perspektivy i riski [Artificial Intelligence as a Driver of Economic Growth: Prospects and Risks]. Inzhenernaya ehkonomika: sbornik materialov 81-j studencheskoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii [Engineering Economics. Proc. of the 81st Students' Scientific and Technical Conference. (in Russ.). Available at: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/158502/537545.pdf?sequence=1&isAllowed=y (accessed: 9 December 2025).

2. PwC. Sizing the Prize: What's the Real Value of AI for Your Business and How Can You Capitalize? 2023. Available at: https://www.pwc.com.au/government/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf (accessed: 3 December 2025).

3. The Digital Share: What Role Does Artificial Intelligence Play in GDP Growth? (in Russ.). Available at: https://www.forbes.ru/tekhnologii/522747-dola-cifry-kakuu-rol-iskusstvennyj-intellekt-igraet-v-roste-vvp (accessed: 10 December 2025).

4. Russia in the era of artificial intelligence: digital transformation as a chance for an economic breakthrough. (in Russ.). Available at: https://www.vedomosti.ru/press_releases/2025/11/13/rossiya-v-epohu-iskusstvennogo-intellekta-tsifrovaya-transformatsiya-kak-shans-dlya-ekonomicheskogo-rivka (accessed: 10 December 2025).

5. Experts from the Russian Foreign Economic Society (VEO) identified the conditions for the further development of AI technologies in the Russian Federation. (in Russ.). Available at: https://rg.ru/2025/12/08/eksperty-veo-rossii-nazvali-usloviia-dlia-dalnejshego-razvitiia-tehnologij-ii-v-rf.html (accessed: 10 December 2025).

6. Analysts estimated the economic impact of AI in the Russian Federation at 12.8 trillion rubles by 2030. (in Russ.). Available at: https://expert.ru/news/riteylery-soobshchili-o-roste-sprosa-na-videokarty-dlya-pk-v-rossii/ (accessed: 10 December 2025).

Elena S. Radionova
Senior Lecturer, Department of Management, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russian Federation, 634000
ORCID: 0000-0003-2562-0313
Phone: +7 (382-2) 70-15-78
Email: radionovaes80@mail.ru

УДК 378.1

Т.Д. Санникова

АДАПТАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ К ВНЕЗАПНЫМ ШОКАМ И ВЫЗОВАМ ЦИФРОВОЙ ЭПОХИ

Рассматриваются вопросы адаптации вузов к цифровизации образования, преимущества и проблемы использования цифровых технологий в образовательном процессе. Особое внимание уделено последствиям внедрения дистанционного формата обучения и искусственного интеллекта в учебный процесс, направлениям работы вузов по преодолению недостатков цифровизации.

Ключевые слова: цифровые технологии, искусственный интеллект, образование, дистанционное обучение, вузы, цифровизация.

Востребованность и конкурентоспособность вузов во многом зависит от их способности адаптироваться к изменениям потребностей общества, подстраивая образовательные программы и инструменты их реализации под технологические и социальные тренды. Цифровизация российского высшего образования – тренд, берущий свое начало с внедрения компьютеров (1990-е годы) и Интернета (первая половина 2000-х годов) в повседневную жизнь общества. Вместе со взрывным ростом удобства работы с информацией этот тренд поставил и сложные задачи перед преподавателями, основными из которых можно считать следующие:

- ✓ освоение цифровых технологий и использование их в своей работе;
- ✓ переработка своих курсов в части актуализации подачи информации;
- ✓ сохранение преимуществ живого общения и передачи неявных знаний;
- ✓ оценка самостоятельности работы студента.

Последняя задача вызвала к жизни многочисленные системы проверки на плагиат, которые со временем совершенствовались, и уже казалось, что сложности с оценкой оригинальности текстов позади. Но появление искусственного интеллекта (ИИ) показало, что, с одной стороны, рано считать задачу решенной, а с другой стороны – из образовательного процесса стремительно уходит такой инструмент, как оценка знаний, умений и навыков через выполнение студентами рефератов, курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР). Современные системы антиплагиата предупреждают о наличии сгенерированного нейросетью текста в работе, но не показывают ни количество этого текста, ни конкретное место его нахождения. Это серьезный вызов цифровой эпохи, так как единственным надежным критерием оценки студента в этом случае является его умение пользоваться возможностями нейросети. Особенно это заметно при организации процесса дистанционного образования, где преподаватель не общается со студентом непосредственно.

Дистанционное обучение, по сути, это первый ответ системы высшего образования на вызовы цифровизации. Многие вузы начиная с 1997 года постепенно развивали эту образовательную технологию. Например, ТУСУР с 2000 года активно работал в данном направлении. Однако существовала практика заключительной очной сессии, когда студенты факультета дистанционного обучения приезжали в Томск и присутствовали на занятиях, общались с преподавателями, а также очно сдавали государственный экзамен и защищали выпускную работу. Это хоть как-то позволяло нивелировать недостатки процесса обучения в онлайн-режиме. Но пандемия 2020 года внесла свои коррективы и вывела за скобки все очные инструменты дистанционного обучения: даже защита ВКР теперь проводится онлайн. Преподаватели окончательно лишились возможности передавать знания (и тем более умения и навыки) при непосредственном общении, за исключением, может быть, редких вебинаров, где формат общения тоже существенно ограничен. Таким образом, процесс обучения идет в основном асинхронно, с единичными встречами с преподавателем. Несмотря на то что набор студентов увеличивается, а программы пользуются успехом, участники все же испытывают дискомфорт – это подтверждает исследование, проведенное автором в конце 2020 года, когда более половины опрошенных студентов предпочли уменьшить количество занятий дистанционного формата в пользу непосредственного общения с преподавателем [1].

Очевидно, что такой формат адаптации вузов к процессам цифровизации лежит в русле устаревшего субъект-объектного подхода к образованию, при этом абсолютно непонятно, как именно объект относится к восприятию знаний и умений, насколько он самостоятелен в этом процессе, какова его мотивация. В то же время современный субъект-субъектный подход предполагает не только пассивную передачу информации, но и полноценное участие обеих сторон образовательного процесса (преподаватель – студент) в трансляции и усвоении не только фактической информации, но и неявных знаний в процессе общения.

Апологеты цифровизации образования и перевода его в дистанционный формат декларируют следующие преимущества:

✓ студентам дается удобный инструмент для получения высшего образования, который можно совмещать с рабочей деятельностью, а также повысить доступность образования для студентов из разных регионов, способствуя глобализации образовательного процесса;

✓ укрепляются позиции университета с помощью применения прогрессивных технологий [2];

✓ дистанционное, особенно дополнительное, образование становится конкурентным преимуществом и драйвером развития карьеры.

С этим невозможно не согласиться, но при определенных условиях. Во-первых, адаптировать к онлайн-формату образовательные программы: разработка новых (с использованием не только асинхронного, но и синхронного вариантов учебного процесса) и модернизация существующих очных, трансформация их в соответствующий онлайн-формату вид с учетом специфики восприятия современных студентов. Асинхронный учебный процесс довольно сложен для среднего студента, поскольку требует наличия сильной мотивации и концентрации при отсутствии живого диалога. Необходимо делать упор в программах на синхронный вариант, так как практика проведения вебинаров показывает, что студенты заинтересованы в подобном формате (при условии, что преподаватель ведет занятия креативно, умеет выстраивать онлайн-общение, вовлекая студентов в диалог или дискуссии). Представляется логичной разработка программ переподготовки преподавателей с целью адаптации их к новой реальности, в которой дистанционный формат и ИИ являются неотъемлемой частью образовательного процесса.

Во-вторых, модернизировать системы антиплагиата с учетом возможностей искусственного интеллекта, ввести ограничения для его использования при написании курсовых и выпускных работ. Существует реальный риск деградации фундаментальных навыков – письменного изложения мыслей, решения сложных задач, самостоятельного поиска информации. Если студенты полагаются на ИИ для выполнения всех работ, обучение становится поверхностным, компетенции не формируются, полноценная мыслительная деятельность заменяется умением дать задание нейросети. Возможно, придется уходить от письменных работ: если текст делегирован ИИ, сложно проконтролировать наличие и глубину знаний студента. Возникает необходимость разрабатывать больше нестандартных заданий, развивающих навыки критического мышления и креативность, которыми ИИ пока не обладает [3].

В-третьих, цифровизация образовательного процесса должна предусматривать безопасность информации. Сбор и анализ больших объемов информации о студентах поднимает вопросы конфиденциальности и защиты персональных данных. Существует риск дискриминации на основе данных, полученных ИИ, а также потенциальные уязвимости в системах, которые могут привести к утечке критически важной информации. При этом важно разработать четкие этические нормы и нормативные акты, регулирующие использование ИИ в образовании.

В-четвертых, это решение проблемы предвзятости алгоритмов ИИ, обучающихся на данных, которые могут содержать скрытые предубеждения, отражающие социальные, культурные или исторические неравенства. Верификация информации на входе не производится. Это может привести к несправедливым оценкам, дискриминационным рекомендациям и искаженному представлению информации [4].

Перечисленные условия являются необходимыми, но не достаточными для адекватных ответов на вызовы цифровой эпохи. Например, до сих пор не решен радикально вопрос доступности технологий, цифровое неравенство по-прежнему существует в нашей стране. Или увлечение преподавателей использованием ИИ в научной деятельности. Не секрет, что от них постоянно требуется публикационная активность, на которую зачастую нет времени, и появляется соблазн перепоручить это нейросети, хотя новых знаний генеративный ИИ не производит, не дает научных озарений, каких-то когнитивных прорывов. Поэтому научная деятельность вузов может окончательно превратиться в фикцию.

Таким образом, безусловно, цифровые технологии и, в частности, искусственный интеллект, являются средством, способным делать обучение более доступным и эффективным только при грамотном и этичном использовании. Однако реализация этих возможностей предполагает преодоление серьезных барьеров и дальнейшие усилия вузов по адаптации к складывающимся тенденциям. Должны быть разработаны четкие правовые и этические нормы, организована соответствующая подготовка преподавателей, обеспечены равный доступ к технологиям, постоянный контроль объективности алгоритмов ИИ и самостоятельности работы студентов, сохранение баланса между цифровыми технологиями и традиционным живым преподаванием. Искусственный интеллект должен выступать дополнительным инструментом образования, а не заменять общение, критическое мышление и творческий поиск.

Литература

1. Санникова Т.Д., Аксенова Ж.Н. К вопросу о проблемах и перспективах цифровизации образовательной среды высшей школы // Креативная экономика. 2020. Т. 14, № 11. С. 3089–3104. DOI 10.18334/ce.14.11.111137.

2. Карпова О. Переход в цифру: как высшее образование адаптируется под спрос на онлайн // РБК тренды : сайт. URL:

https://trends.rbc.ru/trends/education/666ac6779a7947275ee5240e (дата обращения: 10.11.2025).

3. Корчак А. «Вряд ли чат-бот может перенять функцию „свободно творить“»: как ИИ меняет высшее образование // Институт образования ВШЭ. URL: https://ioe.hse.ru/news/1085641676.html (дата обращения: 10.11.2025).

4. Искусственный интеллект в высшем образовании: вызовы и перспективы революции // Финансовый университет при правительстве РФ. URL: https://www.fa.ru/university/structure/university/uso/press-service/press-releases/iskusstvennyy-intellekt-v-vysshem-obrazovanii-vyzovy-i-perspektivy-revolyutsii (дата обращения: 10.11.2025).

Санникова Татьяна Дмитриевна
Канд. экон. наук, доцент каф. менеджмента Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
Эл. почта: tgluk@yandex.ru

T.D. Sannikova

Adaptation of Education to Sudden Shocks and Challenges of Digital Age

The issues of university adaptation to the digitalization of education, the advantages and problems of using digital technologies in educational process are considered. Special attention is paid to the consequences of implementing distance learning and artificial intelligence into educational process, as well as to the areas of universities' work in overcoming the disadvantages of digitalization.

Keywords: digital technologies, artificial intelligence, education, distance learning, universities, digitalization.

References

1. Sannikova T. D., Aksenova J. N. [On the issue of the problems and prospects of digitalization of the educational environment of higher education]. Creative Economy, 2020, vol. 14, no. 11, pp. 3089-3104 (in Russ.). DOI 10.18334/ce.14.11.111137

2. Karpova O. [Transition to digital: how higher education adapts to online demand]. RBC trends. (in Russ.). Available at: https://trends.rbc.ru/trends/education/666ac6779a7947275ee5240e (accessed: 10 November 2025).

3. Korczak A. ['It is unlikely that a chatbot can adopt the function of "freely creating': how AI is changing higher education]. (in Russ.). Available at: https://ioe.hse.ru/news/1085641676.html (accessed: 10 November 2025).

4. Artificial intelligence in higher education: challenges and prospects of the revolution. Financial University under the Government of the Russian Federation. – [Electronic resource]. (in Russ.). Available at: https://www.fa.ru/university/structure/university/uso/press-service/press-releases/iskusstvennyy-intellekt-v-vysshem-obrazovanii-vyzovy-i-perspektivy-revolyutsii (accessed: 10 November 2025).

Tatiana D. Sannikova
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Management, Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Email: tgluk@yandex.ru

УДК 336.7

С.В. Макаров, В.Ю. Цибульникова

ФИНАНСОВАЯ ГРАМОТНОСТЬ СТУДЕНТОВ И МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ: ОТ УНИВЕРСИТЕТА ДО РАБОТОДАТЕЛЯ

В 2025 году российская экономика и рынок труда функционируют в условиях беспрецедентной структурной и цифровой трансформации. Адаптация молодых специалистов – выпускников вузов, выходящих на рынок труда, – перестала быть исключительно вопросом профессиональных компетенций (hard skills). На первый план выходят факторы социально-экономической устойчивости личности, где ключевую роль играет финансовая грамотность и финансовое благополучие.

Актуальность поднятой темы обусловлена нарастающим противоречием. С одной стороны, наблюдается агрессивная цифровизация финансовых услуг и рост номинальных доходов в конкурентных отраслях. С другой стороны, макроэкономическая среда характеризуется высоким уровнем финансового стресса. В статье рассматриваются вопросы комплексных программ обучения финансовой грамотности, которые трансформируются в программы работы с финансовым благополучием сотрудников на рабочих местах.

Ключевые слова: финансовая грамотность, цифровизация, финансовый стресс, работодатель.

Согласно данным Аналитического кредитного рейтингового агентства (АКРА), в декабре 2024 года индекс финансового стресса в российской экономике достиг годового максимума, составив 2,184 пункта [1]. Этот индикатор, учитывающий волатильность валютного курса, инфляцию и спреды процентных ставок, свидетельствует о том, что финансовая система периодически приближается к критическим пороговым значениям (2,5 пункта).

Для молодого специалиста, вступающего в экономическую жизнь в 2025 году, это означает необходимость навигации в среде с высокой стоимостью заимствований и инфляционным давлением. В таких условиях отсутствие фундаментальной финансовой грамотности становится не просто личным недостатком, а системным риском для работодателей и государства. Рассмотрим текущее состояние финансовой грамотности молодежи, роль вузов в её формировании и критические функции корпоративных программ благополучия (well-being) как инструменты адаптации молодых специалистов – выпускников вузов.

Уровень финансовой грамотности российской молодежи

Анализ долгосрочных трендов, проводимый Всероссийским центром изучения общественного мнения (ВЦИОМ), показывает существенную позитивную динамику. За последние 15 лет индекс финансовой грамотности россиян вырос с 2,91 до 3,43 балла. Этот рост отражает успешность государственных и общественных инициатив по просвещению населения, начатых еще в середине «нулевых». Однако качественное наполнение понятия «финансовая грамотность» претерпело фундаментальные изменения. Если полтора-два десятилетия назад грамотность приравнивалась к осведомленности (знанию терминов «депозит», «кредит», «инфляция»), то к 2025 году парадигма сместилась в сторону рационального экономического поведения. По мнению экспертов ВЦИОМ, сегодня востребовано умение принимать эффективные решения с учетом рисков, а не просто владение терминологией. Более того, в условиях цифровизации экономики и усложнения финансовых инструментов (криптовалюты, инвестиционные платформы, экосистемные подписки) требования к финансовой грамотности населения существенно трансформируются. Особое место в этом процессе занимает молодежь – наиболее активная, но одновременно и уязвимая группа потребителей.

Согласно данным Банка России (2024), уровень финансовой грамотности молодежи (14–22 года) растет опережающими темпами по сравнению со старшим поколением. Индекс финансовой грамотности (РИФГм) в этой группе достиг 62 баллов (против 55 баллов в 2017 году), что является историческим максимумом [2]. Ключевым драйвером роста является цифровизация. По данным ЦБ, 96% молодых людей активно используют цифровые финансовые услуги. В отличие от старшего поколения, молодежь чаще использует инструменты киберзащиты (двухфакторная аутентификация, проверка сайтов). Аналогичные позитивные тренды фиксирует Аналитический центр НАФИ: доля россиян с высоким и средним уровнем грамотности достигла 70%, при этом молодежь демонстрирует высокую адаптивность к новым экономическим условиям [3].

Глобальный контекст, представленный ОЭСР (2025), подтверждает связь между цифровыми навыками и финансовым благополучием. Международные исследования показывают, что школьники и студенты, обсуждающие финансовые вопросы в семье и обладающие цифровыми компетенциями, на 72% чаще склонны к сберегательному поведению [4]. Российская

статистика это подтверждает: 61% молодежи формирует сбережения, а установка на долгосрочное планирование становится все более популярной, несмотря на внешнюю неопределенность.

Локальные исследования, проведенные в российских университетах, позволяют увидеть детали, скрытые за усредненной федеральной статистикой. Они демонстрируют неоднородность знаний в зависимости от профиля обучения и доходов.

Исследование, опубликованное в «Вестнике науки» (на примере студентов-медиков Казанского ГМУ и других вузов), выявило средний балл финансовой грамотности 8,79 из 15. Примечательно, что студенты гуманитарных направлений (юристы) показали более высокие результаты (11 баллов), чем студенты экономических (9,73) и медицинских (8,65) специальностей [5]. Это может свидетельствовать о том, что финансовая грамотность требует не только математических навыков, но и широкого правового кругозора.

В то же время исследование среди студентов физкультурных вузов (УралГУФК) показало высокий интерес к сложным темам: фондовый рынок, банковские услуги, планирование бюджета. Однако интерес часто не подкреплен практическими навыками использования инструментов, что создает риски при реальном выходе на рынок [6].

Важный аспект подсвечен в исследовании поведения студентов МГУ. Эксперимент с игровой валютой («эконы») показал, что прохождение курсов по финансовой грамотности снижает количество ошибок с 45 до 31%. Однако даже обученные студенты часто совершают ошибки, выбирая продукты с яркой рекламой, а не с лучшими условиями. Это указывает на феномен «иллюзии компетентности»: молодые люди знают термины (инфляция, ключевая ставка), но теряются при чтении мелкого шрифта в договорах.

Статистика подтверждает прямую корреляцию между уровнем дохода и финансовой грамотностью. Студенты с более высоким личным или семейным доходом демонстрируют лучшие результаты в тестах. Это создает замкнутый круг: низкая грамотность мешает росту благосостояния, а низкий доход ограничивает доступ к качественным финансовым инструментам и опыту [6].

На основе анализа источников можно выделить сильные стороны и риски в части финансовой грамотности студентов (таблица 1).

Таким образом, финансовая грамотность российских студентов находится в восходящем тренде. Молодые люди 14–24 лет успешно освоили цифровой инструментарий и теорию (знают, что такое инфляция и диверсификация). Однако качественный переход к грамотному поведению еще не завершен. Главным вызовом остается разрыв между знанием «как надо» и реальными действиями в стрессовых или маркетингово-нагруженных ситуациях.

Таблица 1 – Сильные и слабые стороны в части финансовой грамотности студентов

Сильные стороны	Слабые стороны
Цифровая гигиена. Высокий уровень владения онлайн-банкингом и базовыми мерами кибербезопасности	Математические разрывы. Трудности с расчетом простых и сложных процентов, непонимание реальной стоимости кредитов
Осознанность. Рост доли тех, кто сравнивает условия перед покупкой услуги и понимает связь «риск – доходность»	Поведенческие ошибки. Склонность доверять маркетинговой «упаковке» продукта, игнорируя юридические детали (мелкий шрифт)
Инвестиционный интерес. Готовность изучать фондовый рынок и формировать подушку безопасности	Импульсивность. Высокая закредитованность в сегменте микрозаймов и BNPL-сервисов (оплата частями), не всегда отражаемая в опросах

Важность программ повышения финансовой грамотности студентов

С точки зрения формирования финансового благополучия вуз – это «буферная зона», где необходимо трансформировать теоретические знания в устойчивые финансовые привычки до выхода на рынок труда, поскольку студенчество – последний этап перед полной финансовой самостоятельностью. Ошибки, совершенные в этот период (например, испорченная кредитная история или отсутствие привычки сберегать), масштабируются при получении первой зарплаты.

К сожалению, традиционные курсы экономики в вузах дают макроэкономическую теорию, но не учат личным финансам (налоги, ипотека, инвестиции, пенсионное планирование). Для повышения эффективности программ финансового просвещения необходим комплексный подход.

1. Переход к интерактивным форматам. Вместо лекций следует использовать симуляции и геймификацию (как в опыте МГУ), которые позволяют безопасно проживать опыт финансовых потерь и учат критическому анализу условий договоров, а не простому запоминанию.

2. Развитие наставничества «равный – равному» (Peer-to-Peer). Учитывая важность социального окружения, программы, где более опытные студенты обучают сверстников, могут быть эффективнее традиционных курсов благодаря высокому уровню доверия внутри молодежной среды.

3. Использование подхода, основанного на потребностях (need-based approaches). В данном случае прежде всего акцент делается на темы, которые являются для российского студента актуальными «болевыми точками». Такими темами могут быть:

– управление кредитной нагрузкой и понимание реальной стоимости денег и графиков платежей;

– умение пользоваться налоговыми вычетами (за образование, лечение, спорт), что является прямой монетизацией знаний;

– способность отличать регулируемые инвестиционные инструменты от мошеннических схем и финансовых пирамид, которые активно мимикрируют под образовательные проекты в социальных сетях;

– умение вести переговоры о заработной плате, понимание структуры компенсационного пакета (gross vs net);

– умение вести бюджет и распределять денежные ресурсы между текущими потребностями и будущими целями.

Международная организация ОЭСР также подчеркивает важность «безопасного, соответствующего возрасту финансового опыта» [4]. Университеты могут выступать полигонами для такого опыта, внедряя симуляторы инвестиций или учебные безопасные пространства, где ошибки не ведут к реальным финансовым потерям. При этом выпускник, владеющий навыками финансового планирования, быстрее адаптируется к рыночным условиям, реже попадает в долговые ямы и способен формировать капитал, что снижает нагрузку на государственные социальные системы. Таким образом, включение финансовой грамотности в вузовские программы помогает воспитать финансово компетентных специалистов, способных лучше распоряжаться личными финансами с первого дня работы.

Программы финансового благополучия на рабочем месте

В последние годы российские работодатели начинают активнее внедрять программы финансового просвещения и well-being для сотрудников, осознавая их пользу и для людей, и для бизнеса. По данным опроса HR-специалистов (SuperJob, 2020), почти 70% работодателей уже считают важным повышать финансовую грамотность своих сотрудников. Тем не менее около 45% компаний на тот момент еще не проводили подобных мероприятий, хотя многие из них признавали актуальность этой темы. С 2019–2020 гг. при поддержке государства начали реализовываться корпоративные программы финансового благополучия: более 200 организаций (в том числе крупные компании, такие как СИБУР, М.Видео, IKEA, Татнефть, Mars и др.) присоединились к инициативам по обучению персонала личным финансам. Такие программы дают заметный эффект.

Согласно отчету Национального центра финансовой грамотности, в компаниях после проведения обучающих семинаров знания сотрудников по отдельным темам улучшились на 12–30%; 90% участников оценили программу как полезную и понятную; 79% сотрудников отметили, что их отношение к работодателю улучшилось; 77% почувствовали снижение уровня финансового стресса после обучения. Практически все (до 95%) участники готовы рекомендовать такие программы своим коллегам, а индекс лояльности (NPS) к работодателю среди прошедших обучение оказался близок к максимальному (9,8 из 10). Эти цифры ясно показывают, что забота о финансовом благополучии персонала окупается. Сотрудники начинают грамотнее распоряжаться доходами (многие, пройдя курс, заводят бюджет и «подушку безопасности», проверяют кредитную историю, избегают сомнительных инвестиций и т.д.), благодаря чему снижается уровень их тревожности и отвлеченности от рабочих задач.

Неудивительно, что работодатели связывают финансовое просвещение с ростом эффективности труда. В результате совместного исследования Минфина (НИФИ) и сервиса SuperJob выявлено – каждый третий работник в России признается, что финансовые проблемы снижают его производительность [7]. При этом 50% работников прямо говорят о пользе внедрения программ финансового просвещения на рабочем месте. Со своей стороны, 59% менеджеров по персоналу уверены, что финансовое обучение сотрудников помогает снизить стресс, повысить лояльность и даже уменьшить текучесть кадров. Зарубежный бизнес приходит к аналогичным выводам: по данным Bank of America, сейчас 66% сотрудников в США испытывают стресс из-за денег, что негативно сказывается на их продуктивности и моральном состоянии [8]. В ответ большинство работодателей расширяют программы финансового благополучия – ощущается глобальный тренд. Так, в 2023 году 77% компаний (в мировой практике) уже отслеживают благополучие сотрудников, а 50% компаний увеличили бюджеты на такие инициативы. Иными словами, бизнес осознает, что финансовое здоровье работников – важная составляющая их вовлеченности и эффективности.

Адаптация молодых специалистов через финансовое обучение

Отдельного внимания заслуживают самые молодые сотрудники – вчерашние студенты, для которых переход к самостоятельной трудовой жизни сопряжен с новыми финансовыми вызовами. Выходя на работу, выпускники впервые получают серьезный доход и сталкиваются с необходимостью планировать бюджет, откладывать на крупные цели, разбираться с налогами и банковскими услугами. Нередко недостаток опыта вызывает у них стресс: по результатам опроса финансовое неблагополучие стало одной из главных причин тревожности молодых людей на работе [9]. Именно поэтому работодатели могут сыграть ключевую роль в адаптации молодых специалистов, обеспечив им поддержку в области финансов.

Многие современные компании включают элементы финансовой грамотности в программы онбординга и наставничества. Эксперты советуют работодателям

предоставлять финансовый коучинг и ресурсы для молодых сотрудников, особенно в периоды карьерных перемен или при найме на первое место работы. Такая поддержка помогает новичкам принимать взвешенные решения – например, как распорядиться первой зарплатой, какие льготы и инвестиционные опции выбрать, как избежать долговой нагрузки. В итоге выгоду получают все: сотрудники чувствуют себя увереннее и спокойнее, а компания приобретает молодого специалиста, быстро втягивающегося в работу без отвлекающих финансовых проблем. Согласно международным данным, повышение финансовой грамотности сотрудников напрямую связано с ростом их удовлетворенности работой и продуктивности. Так, исследование показало, что более половины работников с денежными затруднениями страдают снижением концентрации, продуктивности и чаще берут больничные. Устранение этих проблем с помощью финансового просвещения способствует росту морали и вовлеченности – компании с высоко вовлеченным персоналом в среднем на 21% прибыльнее, чем остальные. Кроме того, возможность объявлять соискателям, что в компании существуют программы обучения финансовым навыкам, повышает ее привлекательность для молодых талантов и способствует удержанию персонала.

Отечественная практика также движется в этом направлении. Крупные работодатели все чаще предлагают молодым специалистам тренинги по управлению личными финансами – от базовых семинаров по планированию бюджета до консультаций по инвестициям и ипотеке в рамках соцпакета. Это рассматривается как часть заботы о благополучии сотрудников. По сути, финансовая грамотность становится элементом корпоративной культуры: новые поколения ценят, когда компания инвестирует в их развитие и благосостояние, а не только выдает зарплату. Таким образом, помогая молодым сотрудникам разобраться в финансах, работодатели ускоряют их адаптацию, снижают текучесть и формируют более ответственную и эффективную команду.

Заключение

Финансовая грамотность молодых людей – от студенческой скамьи до первых лет карьеры – является критически важным фактором личного благополучия и профессиональной эффективности. Анализ актуальных источников показывает, что уровень знаний российских студентов о финансах остается средним: большинство ориентируется в базовых понятиях, но далеко не все способны принимать оптимальные денежные решения. Это подтверждает необходимость систематического обучения финансовой грамотности в вузах.

При переходе к трудовой жизни такая поддержка не должна прекращаться. Работодатели в России начинают внедрять программы финансового благополучия и видят в них двойную выгоду: с одной стороны, сотрудники получают знания, снижают стресс и повышают свое финансовое благосостояние; с другой – компания выигрывает за счет роста лояльности, продуктивности и удержания кадров. Международный опыт подтверждает эту взаимосвязь: инвестирование в финансовое образование сотрудников стало мировой тенденцией, поскольку напрямую влияет на эффективность бизнеса.

Особенно важно уделять внимание молодым специалистам. Предоставляя услуги по финансовому просвещению на рабочих местах бывшим студентам – будь то тренинги, коучинг или наставничество по личным финансам – организации помогают выпускникам быстрее адаптироваться и избежать типичных ошибок в обращении с первыми заработками. В результате молодые сотрудники чувствуют большую уверенность и сосредоточенность, что положительно сказывается на их работе.

Литература

1. Индекс финансового стресса в российской экономике показал годовой максимум // Москва.Медиа-Ток : сайт. URL: https://moskva.media-talk.ru/news/economics/indeks_finansovogo_stressa_v_rossiyskoy_ekonomike_pokazal_godovoy_maksimum/ (дата обращения: 18.12.2025).

2. Банк России. Исследование уровня финансовой грамотности: пятый этап // Банк России : сайт. М., 2024. URL: https://cbr.ru/analytics/szpp/fin_literacy/research/fin_ed_5/ (дата обращения: 18.12.2025).

3. НАФИ. Насколько финансово грамотны российские подростки и молодежь до 24 лет // НАФИ : сайт. М., 2024. URL: https://nafi.ru/analytics/naskolko-finansovo-gramotny-rossiyskie-podrostki-i-molodezh-do-24-let/ (дата обращения: 18.12.2025).

4. OECD. The role of financial literacy // OECD. 2025. URL: https://www.oecd.org/en/blogs/2025/03/the-role-of-financial-literacy.html (accessed: 18.12.2025).

5. Шамгунов С.Р., Хуснутдинова Г.А. /Оценка финансовой грамотности обучающихся высших учебных заведений / Вестн. науки. 2023. URL: https://xn--80aapampemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/article/92208 (дата обращения: 18.12.2025).

6. An Analysis of the Financial Literacy of Students in Physical Education Universities / O.A. Klestova [et al.] // International Research Journal. 2023. N 7-133. URL: https://research-journal.org/en/archive/7-133-2023-july/10.23670/IRJ.2023.133.28 (accessed: 18.12.2025).

7. Финансовые проблемы мешают работе каждому третьему россиянину // НСН : сайт. URL: https://nsn.fm/society/finansovye-problemy-meshaut-rabote-kazhdomu-tretemu-rossiyaninu (дата обращения: 18.12.2025).

8. Employee Financial Wellness – Bank of America Study. URL: https://business.bofa.com/en-us/content/workplace-benefits/employee-financial-wellness-in-america.html (accessed: 18.12.2025).

9. Employee Financial Wellness Survey. URL: https://www.pwc.com/us/en/services/consulting/business-transformation/library/employee-financial-wellness-survey.html (accessed: 18.12.2025).

Макаров Сергей Владимирович
Аспирант каф. экономики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина ул., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (3822) 90-71-92
Эл. почта: mcaroff@gmail.com

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

S.V. Makarov, V.U. Tsibulnikova

Students' and Young Professionals' Financial Literacy in the Era of Digitalization: from University to Employer

Nowadays Russian economy and labor market are operating in an unprecedented structural and digital transformation. The adaptation of young professionals – university graduates entering the labor market – has ceased to be solely a matter of professional competencies (hard skills). The factors of socio-economic stability of the individual come to the fore, where financial literacy and financial well-being play a key role. The relevance of the raised topic is due to the growing contradiction. On the one hand, there is an aggressive digitalization of financial services and an increase in nominal incomes in competitive industries. On the other hand, the macroeconomic environment is characterized by a high level of financial stress. Thus, the article is devoted to the issues of comprehensive financial literacy training programs, transformed into programs for working with the financial well-being of employees in the workplace.
Keywords: financial literacy, digitalization, financial stress, employer.

References

1. Financial Stress Index in the Russian Economy Reached an Annual High. (in Russ.). Moscow. Media-Tok. (in Russ.). Available at: https://moskva.media-talk.ru/news/economics/indeks_finansovogo_stressa_v_rossiyskoy_ekonomike_pokazal_godovoy_maksimum/ (accessed: 18 December 2025).

2. Bank of Russia. Financial Literacy Level Research: Fifth Stage. (in Russ.). Available at: https://cbr.ru/analytics/szpp/fin_literacy/research/fin_ed_5/ (accessed: 18 December 2025).

3. NAFI. How Financially Literate Are Russian Teenagers and Youth under 24. Moscow, 2024. (in Russ.). Available at: https://nafi.ru/analytics/naskolko-finansovo-gramotny-rossiyskie-podrostki-i-molodezh-do-24-let/ (accessed: 18 December 2025).

4. OECD. The role of financial literacy. OECD, 2025. (in Russ.). Available at: https://www.oecd.org/en/blogs/2025/03/the-role-of-financial-literacy.html (accessed: 18 December 2025).

5. Shamgunov S. R., Khusnutdinova G. A. [Assessment of Financial Literacy of University Students]. Science Bulletin, 2023. (in Russ.). Available at: https://xn--80aapampemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/article/92208 (accessed: 18 December 2025).

6. Klestova O. A., et al. [The Analysis of the Financial Literacy of Students in Physical Education Universities]. International Research Journal, 2023, no. 7-133. (in Russ.). Available at: https://research-journal.org/en/archive/7-133-2023-july/10.23670/IRJ.2023.133.28 (accessed: 18 December 2025).

7. Financial Problems Interfere with Work for Every Third Russian. NSN. (in Russ.). Available at: https://nsn.fm/society/finansovye-problemy-meshaut-rabote-kazhdomu-tretemu-rossiyaninu (accessed: 18 December 2025).

8. Employee Financial Wellness. Bank of America Study. Available at: https://business.bofa.com/en-us/content/workplace-benefits/employee-financial-wellness-in-america.html (accessed: 18 December 2025).

9. 2023 Employee Financial Wellness Survey. (in Russ.). Available at: https://www.pwc.com/us/en/services/consulting/business-transformation/library/employee-financial-wellness-survey.html (accessed: 18 December 2025).

Sergey V. Makarov
PhD student, Department of Economics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 90-71-92
Email: mcaroff@gmail.com

Valeriya U. Tsibulnikova
PhD in Economics, Head of Economics Department, Department of Economics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelec-tronics
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-3337-6624
Phone: +7 (382-2) 90-71-92
Email: valeriia.i.tsibulnikova@tusur.ru

УДК 330.47:004.8

В.Н. Жигалова, А.В. Богомолова, Ж.Н. Аксенова

АВТОМАТИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Исследуется трансформация парадигмы автоматизации бизнес-процессов под влиянием технологий искусственного интеллекта (ИИ). Выявлена ключевая проблема: отсутствие у многих организаций системной методики для интеграции ИИ в бизнес-процессы, что приводит к точечным, часто неэффективным решениям и невозможности масштабировать положительный опыт. Предложена и апробирована комплексная методика, позволяющая оценивать потенциал и эффективность внедрения ИИ-решений в конкретные бизнес-процессы.

Ключевые слова: искусственный интеллект, автоматизация бизнес-процессов, когнитивная автоматизация, оценка эффективности, цифровая трансформация, логистика.

Современная экономическая среда характеризуется беспрецедентной скоростью изменений, ростом объемов данных и обострением конкурентной борьбы. В этих условиях традиционные методы автоматизации, основанные на жестких правилах (Robotic Process Automation – RPA), достигают своего предела эффективности. Они способны оптимизировать рутинные, повторяющиеся операции, но бессильны перед задачами, требующими анализа контекста, работы с неструктурированной информацией (тексты, изображения, речь) и принятия нестандартных решений [1, 2]. На смену таким методам приходит автоматизация на основе искусственного интеллекта (AI-Driven Automation), которая знаменует переход от «механизации труда» к «интеллектуализации процессов». Технологии машинного обучения, обработки естественного языка (NLP) и компьютерного зрения открывают возможность автоматизации не только физических, но и интеллектуальных действий. Это создает новый вектор для повышения производительности, снижения издержек и создания инновационных продуктов и услуг [3].

Актуальность исследования обусловлена переходом от традиционной, рутинной автоматизации к когнитивной, способной к анализу неструктурированных данных, прогнозированию и принятию решений. Согласно экспертным оценкам, к 2030 году технологии ИИ могут обеспечить значительный прирост добавленной стоимости в мировой экономике, причем существенная часть этого эффекта будет сгенерирована в логистике и управлении цепями поставок за счет предиктивной аналитики и оптимизации [4]. Однако, несмотря на очевидные перспективы, проблема массового внедрения ИИ остается острой. Многие компании сталкиваются с неудачами в проектах по интеграции искусственного интеллекта, которые часто носят точечный, пилотный характер, слабо увязаны со стратегией бизнеса и не подкреплены адекватной методикой оценки их целесообразности и эффективности [5, 6].

Цель данного исследования – разработка комплексной методики, позволяющей системно оценивать потенциал и прогнозировать экономический эффект от внедрения инструментов искусственного интеллекта в ключевые бизнес-процессы организации.

Для достижения поставленной цели был применен комплекс методов, адекватных междисциплинарному характеру исследования, находящегося на стыке экономики, менеджмента и информационных технологий:

1) системный и процессный подходы. Позволили рассмотреть организацию как совокупность взаимосвязанных процессов [7, 8] и определить точки приложения ИИ не изолированно, а в контексте общей цепочки создания стоимости;

2) аналитический обзор научной литературы и отраслевых отчетов. Были проанализированы работы ведущих российских и зарубежных ученых в области цифровой экономики, управления бизнес-процессами и применения ИИ в бизнесе [2, 3, 9], а также отраслевые исследования;

3) экспертный анализ. Для верификации и уточнения разработанной матрицы был проведен опрос экспертов – руководителей отделов цифровизации и Data Science из компаний логистического и ритейл-секторов;

4) метод case-study (анализ конкретных ситуаций). Для демонстрации практической применимости методики был детально разобран кейс внедрения ИИ в процесс управления запасами на распределительном складе крупной ритейл-сети;

5) эконометрическое моделирование. На этапе оценки эффективности использовались методы корреляционного и регрессионного анализа для определения зависимости между внедрением ИИ и ключевыми логистическими показателями [6].

В результате анализа была предложена классификация, выделяющая три уровня бизнес-процессов по степени их интеллектуальной насыщенности [8]:

1) операционные – стандартизированные, повторяющиеся процессы с четкими правилами (учет прибывающих грузов, сканирование штрих-кодов);

2) тактические – процессы, требующие анализа данных, прогнозирования и принятия решений в условиях неполной определенности (управление запасами, прогнозирование спроса, планирование маршрутов);

3) стратегические – процессы, связанные с формированием долгосрочной стратегии, анализом рынков и генерацией инновационных решений (оптимизация сети складов, проектирование цепочек поставок).

Параллельно были выделены три ключевых класса когнитивных задач, решаемых ИИ, на основе анализа возможностей современных алгоритмов [9, 10]:

1) распознавание и классификация – идентификация образов, объектов, тональности текста, категоризация;

2) прогнозирование и оптимизация – предсказание временных рядов, нахождение оптимальных параметров;

3) генерация и принятие решений – создание нового контента, принятие решений в сложных многокритериальных средах.

В результате была разработана матрица сопряжения «Процесс – Задача ИИ», которая является центральным элементом предлагаемой методики (таблица 1).

Таблица 1-Матрица сопряжения типов бизнес-процессов и классов задач ИИ

Уровень процесса	Класс задачи ИИ	Пример технологии	Ожидаемый эффект
Операционный	Распознавание и классификация	Computer Vision (для оценки повреждений тары), NLP (для обработки накладных)	Сокращение времени приемки на 40-60%, снижение человеческих ошибок
Тактический	Прогнозирование и оптимизация	Машинное обучение (прогноз спроса), алгоритмы оптимизации (маршрутизация)	Повышение точности прогнозов на 15-25%, снижение логистических издержек на 10-20% [4]
Стратегический	Генерация и принятие решений	Генеративные AI, Reinforcement Learning (для симуляции цепочек поставок)	Снижение рисков, повышение устойчивости цепи поставок, выявление новых логистических моделей

Далее предложена методика оценки эффективности внедрения ИИ, включающая три последовательных этапа.

Этап 1. Диагностика и отбор процессов:

– проводится описание и классификация бизнес-процессов компании по предложенной выше типологии, с особым вниманием к сквозным логистическим процессам;

– выявляются «узкие места» с помощью экспертного опроса и анализа данных: процессы с высокими временными и стоимостными затратами, большим объемом ручного труда, избыточными запасами или низкой точностью прогнозов [5];

– ранжируются по критериям отобранные процессы: потенциал автоматизации, ожидаемый экономический эффект, сложность и стоимость внедрения.

Этап 2. Проектирование ИИ-решения:

– для выбранного процесса определяется целевой класс когнитивной задачи из матрицы (см. таблицу 1);

– формируются требования к данным (объем, качество, разметка);

– выбирается конкретная технология или алгоритм машинного обучения;

– рассчитывается предварительная оценка эффективности по адаптированной формуле [6]:

$$Э = (C_{до\ авт.} – C_{после\ авт.})Q – IC, \quad (1)$$

где Э – ожидаемый годовой экономический эффект; $C_{до\ авт.}$ – стоимость выполнения процесса до автоматизации; $C_{после\ авт.}$ – стоимость после автоматизации; Q – годовой объем процесса; IC – инвестиции во внедрение и поддержку ИИ.

Этап 3. Внедрение и мониторинг. После внедрения осуществляется мониторинг не только финансовых (Э), но и операционных метрик:

– точность (Accuracy, Precision, Recall): для задач классификации брака или повреждений;

– средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE): для прогнозных моделей спроса;

– уровень обслуживания (Service Level): доля выполненных заказов в срок;

– оборачиваемость запасов (Inventory Turnover): рост оборачиваемости как следствие оптимизации.

Предложенная методика апробировалась на логистическом бизнес-процессе «Прогнозирование спроса и оптимизация уровня складских запасов» (тактический уровень), а именно была применена задача «Прогнозирование и оптимизация». Внедрение модели машинного обучения, учитывающей не только исторические продажи, но и более 20 внешних факторов (погода, макроэкономические индикаторы, маркетинговые акции и другие), позволило достичь следующих результатов по сравнению с предыдущей системой на основе скользящих средних:

– повышение точности прогноза спроса (снижение MAPE) на 18% для товарной категории А. Это напрямую связано с решением проблемы избыточных или недостаточных запасов [4, 11];

– снижение среднего уровня страхового запаса на 22% благодаря повышению точности прогнозов и учету волатильности спроса;

– сокращение уровня «замороженного» капитала в запасах на 15% и снижение количества случаев отсутствия товара в наличии (stock-out) на 30%, что положительно сказалось на уровне сервиса.

Данный кейс наглядно демонстрирует, как предложенная методика позволяет перейти от абстрактных возможностей ИИ к конкретным, измеримым результатам в логистике, фокусируясь на ключевых тактических задачах прогнозирования и оптимизации.

Таким образом, проведенное исследование подтвердило гипотезу о том, что успешная автоматизация бизнес-процессов с участием искусственного интеллекта требует не столько технологических, сколько методических решений. Разработанная методика, центральным элементом которой является матрица сопряжения типов процессов и классов задач ИИ, предоставляет менеджерам и специалистам по цифровой трансформации структурированный инструмент для планирования, обоснования и оценки подобных проектов.

Перспективы дальнейших исследований видятся в адаптации предложенной методики для конкретных отраслей экономики (здравоохранение, ритейл, госсектор), а также в разработке более тонких моделей для оценки синергетического эффекта от одновременной автоматизации нескольких взаимосвязанных процессов в рамках единой цепи поставок.

Литература

1. Гэлфорд М., Кейн Д. Цифровая трансформация бизнеса: как выжить и преуспеть в новую эпоху. М.: Альпина Паблишер, 2021. 320 с.

2. Дафт Р.Л. Менеджмент, ориентированный на искусственный интеллект // Российский журнал менеджмента. 2022. Т. 20, № 1. С. 115–140.

3. Теория и практика цифровой экономики: коллектив. моногр. / под ред. В.И. Лопатина. М.: Русайнс, 2021. 458 с.

4. Петров А.Н., Сидорова Е.В. Применение искусственного интеллекта в логистике и управлении цепями поставок // Логистика. 2023. № 5. С. 34–45.

5. Бурдюкова Е.В. Влияние искусственного интеллекта на трансформацию бизнес-моделей компаний // Российский журнал менеджмента. 2021. Т. 19, № 4. С. 485–508.

6. Теплых Г.В., Смирнов А.А. Методы оценки экономической эффективности внедрения технологий искусственного интеллекта // Экономика и математические методы. 2022. Т. 58, № 2. С. 78–92.

7. Деминг У.Э. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами. М.: Альпина Паблишер, 2019. 419 с.

8. Хаммер М., Чампи Дж. Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе. СПб.: Стокгольмская школа экономики в Санкт-Петербурге, 2016. 287 с.

9. Современные технологии искусственного интеллекта: от алгоритмов к бизнес-решениям: сб. ст. / отв. ред. К.С. Волков. СПб.: Политех-Пресс, 2022. 312 с.

10. Бухараев Н.Р., Фазлиахметов А.А. Основы искусственного интеллекта и машинного обучения: учеб. пособие. Казань: КФУ, 2020. 214 с.

11. Козырев Д.В. Интеллектуальные системы управления запасами в условиях неопределенности спроса // Проблемы управления. 2022. № 6. С. 62–70.

Жигалова Виктория Николаевна
Канд. экон. наук, доцент каф. менеджмента Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID ID: 0000-0002-0520-434X,
Тел.: +7 (382-2) 41-43-41,
Эл. почта: viktoriia.n.zhigalova@tusur.ru

Богомолова Алена Владимировна
Канд. экон. наук, доцент каф. менеджмента Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID ID: 0000-0001-7369-6406,
Тел.: +7 (382-2) 41-43-41,
Эл. почта: bogomolova@tusur.ru

Аксенова Жанна Николаевна
Канд. экон. наук, доцент каф. менеджмента Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID ID: 0009-0009-7049-2905,
Тел.: +7 (382-2) 41-43-41,
Эл. почта: uch@tusur.ru

V.N. Zhigalova, A.V. Bogomolova, J.N. Aksenova

Automation of Business Processes Based on Artificial Intelligence

The transformation of business process automation paradigm under the influence of artificial intelligence (AI) technologies is considered. That organizations lack a systematic methodology for integrating AI into business processes, which leads to point-based, often ineffective solutions and the inability to scale positive experiences, is defined as the main problem. A comprehensive methodology to assess the potential and effectiveness of implementing AI solutions in specific business processes has been proposed and tested.

Keywords: artificial intelligence, automation of business processes, cognitive automation, efficiency assessment, digital transformation, logistics.

References

1. Galford M., Kane D. Cifrovaya transformaciya biznesa: kak vyzhit' i preuspet' v novuyu ehpokhu [Digital transformation of business: how to survive and succeed in a new era]. Moscow, Alpina Publ., 2021. 320 p. (in Russ.).

2. Daft R. L. [Artificial intelligence-oriented management]. Russian Journal of Management, 2022, vol. 20, no. 1, pp. 115-140 (in Russ.).

3. Lopatin V. I. Teoriya i praktika cifrovoj ehkonomiki [Theory and practice of the digital economy]. Moscow, Rusains Publ., 2021. 458 p. (in Russ.).

4. Petrov A. N., Sidorova E. V. [Application of artificial intelligence in logistics and supply chain management]. Logistics. 2023, no. 5, pp. 34-45 (in Russ.).

5. Burdyukova E. V. [The influence of artificial intelligence on the transformation of business models of companies]. The Russian Journal of Management, 2021, vol. 19, no. 4, pp. 485-508 (in Russ.).

6. Teplykh G. V., Smirnov A. A. [Methods for assessing the economic efficiency of the introduction of artificial intelligence technologies]. Economics and Mathematical Methods, 2022, vol. 58, no. 2, pp. 78-92 (in Russ.).

7. Deming W. E. Vyhod iz krizisa: Novaya paradigma upravleniya lyud'mi, sistemami i processami [Getting out of the crisis: A new paradigm for managing people, systems and processes]. Moscow, Alpina Publ., 2019. 419 p. (in Russ.).

8. Hammer M., Ciampi J. Reinzhiniring korporacii: Manifest revolyucii v biznese [Corporate Reengineering: A Manifesto for a Revolution in Business]. St. Petersburg, Stockholm School of Economics Publ., 2016. 287 p. (in Russ.).

9. Sovremennye tekhnologii iskusstvennogo intellekta: ot algoritmov k biznes-resheniyam: sbornik statej [Modern artificial intelligence technologies: from algorithms to business solutions. Collection of articles]. St. Petersburg, Polytech Press, 2022. 312 p. (in Russ.).

10. Bukharaev N. R., Fazliakhmetov A. A. Osnovy iskusstvennogo intellekta i mashinnogo obucheniya [Fundamentals of artificial intelligence and machine learning]. Kazan, KFU Publ., 2020. 214 p. (in Russ.).

11. Kozyrev D. V. [Intelligent inventory management systems in conditions of uncertain demand]. Management Problems, 2022, no. 6, pp. 62-70 (in Russ.).

Victoria N. Zhigalova
Candidate of Economics, Assistant Professor, Department of Management Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
146, Krasnoarmeyskaya st., Tomsk, Russia, 634034
ORCID ID: 0000-0002-0520-434X,
Phone: +7-906-951-5090
Email: viktoriia.n.zhigalova@tusur.ru

Alyona V. Bogomolova
Candidate of Economics, Assistant Professor, Department of Management Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
146, Krasnoarmeyskaya st., Tomsk, Russia, 634034
ORCID: 0000-0001-7369-6406
Phone: +7-913-854-2814
Email: bogomolova@tusur.ru

Zhanna N. Aksenova
Candidate of Economics, Assistant Professor, Department of Management Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
146, Krasnoarmeyskaya st., Tomsk, Russia, 634034
ORCID: 0009-0009-7049-2905
Phone: +7-913-829-6158
Email: uch@tusur.ru

УДК 378.147

А.В. Богомолова, В.Н. Жигалова, Ж.Н. Аксенова

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ФОРМИРОВАНИИ НОВОЙ МОДЕЛИ ИНЖЕНЕРНО-УПРАВЛЕНЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Рассматривается проблема развития адаптивных компетенций специалистов в цифровой среде. На основе анализа технологий ИИ-тренажеров (генеративные модели, компьютерное зрение, машинное обучение) обоснована эффективность гибридной учебной модели для преодоления ограничений традиционных подходов в проектировании образовательных программ.

Ключевые слова: искусственный интеллект, инженерное образование, бизнес-навыки, тренажеры, управленческие решения, генеративный ИИ.

Глобальная конкуренция и цифровизация экономики требуют подготовки технологических кадров, обладающих не только специальными знаниями, но и способностью действовать в условиях неопределенности. Для инженеров и управленцев soft skills критическое мышление, адаптивность, эмоциональный интеллект приобретают значение, сопоставимое с профессиональными компетенциями.

Ответ на вызовы цифровизации требует трансформации образовательных подходов. В условиях наступления «эры больших данных», основанной на ИИ-технологиях, системы высшего образования обязаны интегрировать искусственный интеллект не только в предметное содержание, но и в педагогический инструментарий как ключевой элемент подготовки инженеров и управленцев.

Традиционные методы обучения – кейсы, деловые игры, классические симуляторы – демонстрируют ограниченную эффективность в формировании «мягких» навыков. Их ключевые недостатки – высокая стоимость, низкая масштабируемость и неспособность моделировать динамичные, многопараметрические среды, характерные для реальных бизнес-задач. «Таким образом, внедрение технологий искусственного интеллекта заставляет переосмыслить прежние подходы к оценкам результатов учебной деятельности студентов» [1,2].

Классические образовательные подходы, не предполагающие персонализации, формируют дефицит критических компетенций у выпускников, которые оказываются не готовы к работе в условиях цифровой трансформации, требующей принятия решений при высокой неопределенности и информационной нагрузке. Данная проблема наиболее остра для специалистов, управляющих сложными технико-экономическими системами.

Основной тезис настоящей статьи заключается в том, что применение технологий искусственного интеллекта (включая отечественные разработки) позволяет создать доступные, адаптивные и реалистичные тренажеры, способные стать ключевым элементом новой модели инженерно-управленческого образования. Такие тренажеры, основанные на генеративных моделях, нейросетях и анализе больших данных, могут имитировать реальные бизнес-ситуации, адаптироваться под уровень подготовки обучающегося и обеспечивать обратную связь в режиме реального времени. Это не только повышает эффективность обучения, но и способствует формированию технологического суверенитета за счет использования собственных разработок и платформ.

ИИ-тренажеры ориентированы на подготовку инженерно-управленческого персонала, чьи задачи сопряжены с принятием решений в условиях высокой неопределенности. Их внедрение сокращает разрыв между теорией и практикой, формируя кадры для глобальной конкуренции.

Обзор методологических основ и технологических компонентов, современных ИИ-тренажеров преследует две цели: деконструкцию ключевых технологий ИИ, лежащих в основе нового поколения обучающих сред, и оценку их потенциала для развития бизнес-навыков. Наиболее успешный опыт их применения сосредоточен в трех направлениях:

1) генеративный ИИ для создания динамических диалоговых агентов – позволяет формировать и отрабатывать навыки ведения диалога в условиях неопределенности (переговоры, работа с возражениями);

2) компьютерное зрение и анализ данных для симуляции рабочих сред – система проводит причинно-следственный анализ (root-cause analysis) отклонений, обеспечивая глубокую обратную связь по техническим и операционным процедурам (например, в логистике, исследовательской деятельности, работе с оборудованием);

3) алгоритмы ML и обучения с подкреплением (RL) для построения адаптивных сценариев, которые моделируют непредсказуемость и сложность реальных деловых систем, обеспечивая персонализированный уровень вызова.

Искусственный интеллект трансформирует подготовку специалистов, обеспечивая адаптивное обучение и моделирование сложных сценариев. Интеграция ИИ-тренажеров в образовательный процесс ускоряет

формирование компетенций, однако их внедрение сопряжено с рисками, требующими системного подхода и координированных действий всех заинтересованных сторон.

Традиционное образование часто предполагает единый стандарт для всех обучающихся независимо от индивидуальных потребностей и стартового уровня подготовки. ИИ-тренажеры устраняют этот недостаток, адаптируя материал непосредственно под потребности конкретного студента. Алгоритмы ИИ анализируют когнитивные особенности, скорость восприятия и пробелы в знаниях обучаемого. Это обеспечивает персонализированный и адаптивный учебный процесс. Такие системы способны отслеживать индивидуальные характеристики обучающегося, будь то скорость восприятия материала, предпочтения в стиле общения или же имеющиеся пробелы в знаниях. В настоящее время можно выделить следующие тренды использования ИИ в образовании: распространение технологий адаптивного обучения, геймификация на основе ИИ, внедрение интеллектуальной робототехники в образовательные процессы [2]. Такой подход позволяет адаптировать учебный процесс под индивидуальные особенности каждого студента, что особенно важно для инженерно-управленческого образования.

За счет использования генеративных моделей и продвинутых алгоритмов компьютерного зрения современные ИИ-технологии открывают широкие перспективы для моделирования сложных ситуаций, вплоть до экстремальных условий. Подобные методики оказываются особенно востребованными в сферах, где цена ошибки высока – в медицине, авиации, энергетике и других областях с высоким уровнем риска.

Традиционно преподавательская оценка страдает от субъективизма, тогда как алгоритмы обработки данных предоставляют прозрачный и легко проверяемый инструментарий для мониторинга прогресса учащихся. Обратная связь от ИИ-моделей поступает мгновенно, облегчая студентам работу над своими слабыми сторонами и улучшая общий образовательный опыт. Студенты могут неоднократно возвращаться к пройденному материалу, проверять собственные силы, экспериментировать с различными ситуациями, совершенствуя своё мастерство.

Высокая масштабируемость и доступность ИИ-технологий снимает ограничения традиционной модели очного обучения, где требуется присутствие инструктора и оборудование для одновременного обучения множества студентов. Тренажеры позволяют охватить большие аудитории одновременно, практически не увеличивая расходы на обучение. Все эти преимущества делают ИИ мощным инструментом для модернизации современного образования и профессиональной подготовки.

Несмотря на очевидные преимущества, интеграция ИИ в образование сопряжена с существенными рисками, которые необходимо признавать и нивелировать. Одной из наиболее острых проблем является потенциальное злоупотребление технологиями. «Внедрение ИИ в высшем образовании может привести к усугублению неэтичного поведения, увеличению количества плагиата и списывания, что подрывает ценность образовательной услуги. В этой связи возникает потребность в пересмотре подходов к письменным работам как форме аттестации учащихся» [3,4]. Этот риск напрямую касается и ИИ-тренажеров: возникает вопрос, как гарантировать, что решение в симуляции принимает сам студент, а не автоматизированная система. Ответом становится смещение акцента с контроля результата на контроль процесса, анализ логики принятия решений и увеличение доли заданий, выполняемых под непосредственным наблюдением.

ИИ-тренажеры, повышая эффективность учебного процесса, открывают значительные перспективы. Тем не менее полная замена преподавателя искусственным интеллектом приведет к утрате ключевых преимуществ традиционного обучения: личного взаимодействия, способности педагога к мотивации, творческому решению задач и адаптации преподавания на основе невербальной обратной связи и контекста ситуации.

Важным решением этого вопроса является интеграция ИИ-технологий с традиционными методами обучения. Вместо абсолютной автоматизации необходимо стремиться к гибридным формам, сочетающим лучшее из обоих миров: алгоритмы берут на себя рутинные задачи, помогают развивать практические навыки и формируют фундамент базовых знаний, тогда как живые наставники способствуют развитию творческого потенциала и коммуникативных способностей.

В рамках инженерно-управленческой подготовки ИИ-тренажёр выполняет роль «цифрового полигона» для многократной отработки навыков в реалистичных симуляциях. Преподаватель-наставник при этом концентрируется на формировании системного мышления, критической рефлексии, этики решений и лидерских качеств. Подобная синергия создаёт целостную образовательную среду, в которой технологические возможности ИИ дополняются педагогическим мастерством и экспертизой человека.

Таким образом, на главный исследовательский вопрос можно дать утвердительный ответ: интеграция ИИ-тренажеров действительно позволяет преодолеть ключевые ограничения традиционных методов, создавая основу для эффективной подготовки специалистов, готовых к работе в условиях цифровой трансформации. Однако проведенный анализ имеет ограничения, связанные с быстрым темпом развития технологий ИИ и недостатком долгосрочных эмпирических данных об эффективности таких тренажеров. Для дальнейших исследований актуальными представляются следующие направления: 1) разработка методик интеграции ИИ-тренажеров с проектным обучением для развития системного мышления; 2) создание этических и педагогических стандартов использования

генеративного ИИ в оценивании; 3) изучение экономической эффективности внедрения ИИ-тренажеров в корпоративном обучении.

Внедрение искусственного интеллекта в образование перестает быть технологической опцией – оно становится императивом для подготовки конкурентоспособных инженеров и управленцев будущего.

Литература

1. Паршутин И.А., Деулин Д.В. Применение технологий ис¬кусственного интеллекта студентами вузов в учебной деятельности // Цифровая гуманитаристика и технологии в образовании (DHTE 2023): сб. ст. IV Междунар. науч.-практ. конф., 16–17 ноября 2023 г. / под ред. В.В. Рубцова, М.Г. Сороковой, Н.П. Радчиковой. М.: Изд-во ФГБОУ ВО МГППУ, 2023. С. 176–184.

2. Родионов О.В., Тамп Н.В. Технологии искусственного интеллекта в образовании // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2022. № 22. С. 64-74.

3. Искусственный интеллект в российском высшем образовании: текущее состояние и перспективы развития / С.Г. Давыдов [и др.] // Университетское управление: практика и анализ. 2024. Т. 28, № 3. С. 32–44. DOI 10.15826/umpa.2024.03.023.

4. Лоскутова М.А. Искусственный интеллект в высшем образовании - прорыв или деградация // Экономические науки. 2024. № 232. С. 242-247. DOI 10.14451/1.232.242.

5. AI в обучении: на что способны технологии уже сейчас? // EduTech : информ.-аналит. журн. СберУниверситета. 2022. № 4 [49]. URL: https://lib.tsu.ru/sp/assets/users/_smirnov/EduTech_49_web.pdf.

Богомолова Алёна Владимировна
Канд. экон. наук, доцент каф. менеджмента Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Красноармейская ул., 146, г. Томск, Россия, 634034
ORCID: 0000-0001-7369-6406
Тел.: +7-913-854-2814
Эл. почта: bogomolova@tusur.ru

Жигалова Виктория Николаевна
Канд. экон. наук, доцент каф. менеджмента Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Красноармейская ул., 146, г. Томск, Россия, 634034
ORCID ID: 0000-0002-0520-434X,
Тел.: +7-906-951-5090
Эл. почта: viktoriia.n.zhigalova@tusur.ru

Аксенова Жанна Николаевна
Канд. экон. наук, доцент каф. менеджмента Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Красноармейская ул., 146, г. Томск, Россия, 634034
ORCID: 0009-0009-7049-2905
Тел.: +7-913-829-6158
Эл. почта: uch@tusur.ru

A.V. Bogomolova, V.N. Zhigalova, J.N. Aksenova
Artificial Intelligence in the Formation of a New Model of Engineering and Management Education

The paper is devoted to the problem of developing adaptive competencies of specialists in the digital environment. Based on the analysis of Artificial Intelligence simulator technologies (generative models, computer vision, machine learning), the effectiveness of a hybrid educational model aimed at overcoming the limitations of traditional approaches in designing educational programs is substantiated.
Keywords: artificial intelligence, engineering education, business skills, simulators, management solutions, generative AI

References

1. Parshutin I.A., Deulin D.V. Primenenie tekhnologij iskusstvennogo intellekta studentami vuzov v uchebnoj deyatel'nosti [Application of technologies is the ¬ of biting intelligence by university students in educational activities]. Cifrovaya gumanitaristika i tekhnologii v obrazovanii: sborgik statej IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Digital Humanities and Technology in Education. Collection of articles of the IV International Scie tific and Practical Conference]. Moscow, FSBEI HE MGPPU Publ., 2023. Pp. 176-184 (in Russ.).

2. Rodionov O. V., et al. [Artificial intelligence technologies in education]. Aerospace forces. Theory and Practice, 2022, no. 22, pp. 64-74 (in Russ.).

3. Davydov S. G., Matveeva N. N., Ademukova N. V., Vichkanova A. A. [Artificial intelligence in Russian higher education: current state and development prospects]. University management: practice and analysis, 2024, no. 28 (3), pp. 32–44 (in Russ.). DOI 10.15826/umpa.2024.03.023

4. Loskutova M. A. [Artificial intelligence in higher education - breakthrough or degradation]. Economic Sciences, 2024, no. 232, 242-247 (in Russ.). DOI 10.14451/1.232.242.

5. AI in training: what are technologies capable of now ? EduTech information and analytical journal SberUniversity, 2022, no. 4 (49). (in Russ.). Available at: https://lib.tsu.ru/sp/assets/users/_smirnov/EduTech_49_web.pdf. (accessed: 18 November 2025).

Alyona V. Bogomolova
Candidate of Economics, Assistant Professor, Department of Management Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
146, Krasnoarmeyskaya st., Tomsk, Russia, 634034
ORCID: 0000-0001-7369-6406
Phone: +7-913-854-2814
Email: bogomolova@tusur.ru

Victoria N. Zhigalova
Candidate of Economics, Assistant Professor, Department of Management Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
146, Krasnoarmeyskaya st., Tomsk, Russia, 634034
ORCID ID: 0000-0002-0520-434X,
Phone: +7-906-951-5090
Email: viktoriia.n.zhigalova@tusur.ru

Zhanna N. Aksenova
Candidate of Economics, Assistant Professor, Department of Management Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
146, Krasnoarmeyskaya st., Tomsk, Russia, 634034
ORCID: 0009-0009-7049-2905
Phone: +7-913-829-6158
Email: uch@tusur.ru

УДК 069.01

В.Н. Тафилевич

ОСОБЕННОСТИ ЦИФРОВОГО ПОДХОДА В ОРГАНИЗАЦИИ МУЗЕЙНОГО ДЕЛА РОССИИ

Представлен обзор литературы на тему цифровизации музейного дела. Зафиксирована информация о текущих разработках в цифровых технологиях музейного дела и их использования в России. Проанализированы преимущества и угрозы цифровизации музейного дела и сделаны выводы по целесообразности её внедрения.

Ключевые слова: цифровизация, туризм, музейное дело, музейные технологии.

Введение

Согласно стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года, одним из инструментов развития территории является внедрение цифровых технологий в сфере туризма. Также на территории России реализуется национальный проект «Цифровая экономика», который определил туризм как одно из приоритетных направлений для внедрения цифровизации. Данное государственное направление свидетельствует об актуальности рассмотрения имеющейся темы.

Музей оказывает важное воздействие на воспитание молодежи и закладывает основы их культурной идентификации, но в цифровую эпоху ему становится наиболее сложно выполнять данную функцию. В связи с этим определена цель работы – выявить преимущества и угрозы цифрового подхода в организации музейного дела в России и сделать вывод о целесообразности внедрения цифровых технологий в музейное дело.

Методы

Теоретической основой исследования являются учебные пособия, научные труды и разработки отечественных и зарубежных авторов в области цифровизации индустрии туризма. Методологическая основа исследования – системный подход, методы обобщения и сравнения, группировки и классификации, аналитики и синтеза, табличные способы представления данных, методы наблюдения и опроса. Нормативно-правовую базу настоящего исследования составили федеральные законы и постановления Правительства РФ в области цифровой экономики, туристской деятельности и музейной отрасли.

Исследование

Деятельность музеев осуществляется в рамках документа, разработанного Международным советом музеев (ИКОМ), который определяет базовые стандарты профессиональной деятельности музеев, их сотрудников и называется этническим кодексом ИКОМ. Согласно этическому кодексу ИКОМ, музеем называется действующая на постоянной основе некоммерческая организация, которая служит обществу, заботится об общественном развитии, является открытой для публики и, с целью обучения и развлечения, собирает, хранит, изучает, демонстрирует и популяризирует материальные и нематериальные свидетельства жизни людей и окружающей их среды [1].

Цифровизация музейного пространства становится трендом последних лет и создаёт такое понятие, как «цифровой музей», под которым имеется ввиду музей, применяющий цифровые технологии.

В рамках исследования был определен спектр цифровых технологий в музее с пользой от его применения (таблица 1).

Таблица 1 – Спектр применения цифровых технологий в музее

Технология	Применение	Польза
Виртуализация (оцифровка) музейных коллекций	Размещение на сайте онлайн-коллекции с информацией к каждой картине, о художнике со ссылкой на его биографию и ключевые факты об искусстве	Минимизация рисков порчи, кражи исторически ценных экспонатов
Интерактивное оборудование	Использование сенсорных столов, виртуальных книг, приставок с цифровым контентом	Упрощение доступа к информации
VR- и AR-технологии	Воссоздание новых пространств и предметов, не имеющихся в фонде, путем погружения посетителей в изучаемую историю	Улучшение клиентского опыта
Интернет вещей	Создание экосистемы, регулировка которой осуществляться в единой сети. Экосистема может включать в себя мониторинг климатического режима, датчики движения, систему распознавания лиц, автоматическое управление освещением и отоплением	Сохранение экспонатов в хорошем состоянии, получение данных о поведении посетителей, обеспечение безопасности экспонатов

Технология	Применение	Польза
CRM-система	Запись клиентов и систематизация базы данных, контроль работы сотрудников	Экономия времени, персонализация предложений
Чат-бот	Ответ на распространённые вопросы, ведение диалога, отправка изображений, сбор отзывов	Разгрузка персонала
Социальные сети	Анонсы мероприятий; проведение опросов, конкурсов, викторин; публикация постов, видео, фото	Налаживание взаимоотношений с потребителями, изучение предпочтений аудитории, формирование имиджа музея
QR-код	Установка рядом с экспонатом для указания более подробной информации; указание кода на билетах; популяризация социальных сетей; проведение квестов; закрепление за кодом аудиоописания экспонатов для слабовидящих посетителей или информации на нескольких языках	Упрощение доступа к информации, повышение доступности и инклюзивности
Аудиогид	Содержание в музее портативного антивандального оборудования либо мобильной версии с аудиофайлом об экспозиции	Повышение доступности и инклюзивности, разгрузка персонала
3Д-печать	Репликация произведений искусства или исторических артефактов, восстановление поврежденных исторических артефактов, создание тактильных копий экспонатов	Повышение доступности и инклюзивности

Полученный спектр применения цифровизации в музейном деле характеризуется разноплановостью. Он охватывает все направления цифровизации, включая бизнес-процессы, взаимодействие с клиентами и инфраструктуру. Далее приведены некоторые примеры и особенности применения цифровых технологий согласно вышеизложенному материалу.

Виртуализация (оцифровка) музейных коллекций встречается на сайте музея – усадьбы Мураново, расположенного в Пушкинском районе Московской области. При поддержке Президентского фонда культурных инициатив в 2024 год музей оцифровал более 4000 предметов.

Один из примеров внедрения VR находится в Третьяковской галерее, проект называется «В трёх измерениях: Гончарова и Малевич». Посетители галереи могут надеть VR-гарнитуру, чтобы исследовать воссозданные студии Натальи Гончаровой и Казимира Малевича.

Примером применения интернета вещей является Рыбинский музей-заповедник, который внедрил для круглосуточного мониторинга климатического режима IoT-решение «Цельсиум» от МТС. Было установлено около 30 интеллектуальных цифровых датчиков, отслеживающих изменения показателей температуры, влажности и атмосферного давления [2].

Работа музея имеет творческую специфику, поэтому представляется особенно важным разгрузить сотрудников от рутинных задач во благо раскрытия их потенциала. С помощью CRM-системы можно наладить работу с клиентами и экономить при этом время, а внедрение чат-бота позволит разгрузить администратора.

Исходя из вышеописанного, музеи имеют большой спектр возможностей применения различных цифровых технологий, которые помогают усовершенствовать их деятельность. Несмотря на множество положительных последствий, музеи также могут столкнуться со следующими рисками:

1) технократизация музея, которая заключается в возрастании угрозы превращения музея в цифровой парк. Основное внимание посетителя уделяется не музейным предметам, а технологиям;

2) примитивизации музея, заключающаяся в превращении музея в развлекательный центр. Увеличивается риск размывания основных функций музея за счет доминирования досуговых мероприятий развлекательного характера взамен просветительской деятельности и формирования этического и эстетического потенциала общества;

3) снижение информационного потенциала музея как института памяти, утрата научной и академической точности в изложении фактов, формулировок, исторических отсылок для адаптации информации с целью увеличения привлекательности музея [3].

Приведенные риски можно обойти путём определения объема внедрения цифровых технологий, сопоставления угроз и преимуществ цифровизации для деятельности музея. Вследствие этого, когда речь заходит об этичности цифровизации музейного дела, встаёт вопрос о сбалансировании технологических и гуманитарных аспектов такого процесса.

Социологи считают, что принципиально значимую роль в социализации молодых людей начинают играть цифровые технологии. Как указывает У.Х. Вандербург, цифровизация «учит детей пассивно участвовать в

“мире”, который производит так много “встрясок” для восприятия, что в сравнении с ними делает жизненный повседневный мир скучным» [4]. Исходя из этого мнения, с точки зрения социологии, цифровизация обладает высоким влиянием на формирование личности, что увеличивает ответственность музейного дела за отстаивание и развитие своих функций.

Как отметил в интервью руководитель отдела информационных технологий исторического парка «Россия-моя история» г. Новосибирск Кутырев Александр Олегович, соблюдать баланс нужно независимо от направления деятельности. Основной эффект от такого синтеза – расширение возрастных рамок [5].

Таким образом, специфика цифровизации музейного дела в России связана с его функциями, разнообразием видов цифровых технологий и рисками. Исходя из вышеописанных явлений, сделан вывод о важности соблюдения баланса между пользой и угрозами от цифровых технологий, а также сохранения функций музея.

Литература

1. Этический кодекс ИКОМ [Электронный ресурс] // Министерство культуры Российской Федерации. URL: https://culture.gov.ru/documents/eticheskiy-kodeks-ikom-dlya-muzeev/

2. Интернет вещей в музее [Электронный ресурс] // Новости Интернета вещей. URL: https://iot.ru/monitoring/mts-vnedrila-v-rybinskom-muzee-zapovednike-iot-reshenie-dlya-sokhraneniya-eksponatov

3. Цифровизация музеев и необходимость формирования информационной культуры музеологов / Н.И. Гендина [и др.] // Вестн. Том. гос. ун-та. Культурология и искусствоведение. 2021. № 43. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-muzeev-i-neobhodimost-formirovaniya-informatsionnoy-kultury-muzeologo.

4. Кравченко С.А. Социология цифровизации : учеб. для вузов. М.: Юрайт, 2024. 236 с.

5. Тафилевич В.Н., Петухова С.В. Факторы значимости цифровизации в туризме // Инновационное развитие индустрии туризма и гостеприимства: материалы и доклады VIII Всерос. науч.-практ. конф. Княгинино: НГИЭУ, 2024. Т. II. С. 151–153.

Тафилевич Виктория Николаевна
Ассистент каф. корпоративного управления и финансов НГУЭУ (НИНХ)
Новосибирск, ул. Каменская, д. 56., 630099
Тел.: +7-913-773-27-95 (для сот. тел.)
Эл. почта: vikataf01@gmail.com

V.N. Tafilevich

Features of Digital Approach to Organizing Museum Affairs in Russia

This literature review on the museums’ digitalization is presented. The current development in digital museum technologies and their use in Russia are described. The advantages and threats of museums’ digitalization are analyzed. The conclusions regarding the feasibility of its implementation are drawn.

Keywords: digitalization, tourism, museums, museum technologies.

References

1. ICOM Code of Ethics. Ministry of Culture of the Russian Federation. (in Russ.). Available at: https://culture.gov.ru/documents/eticheskiy-kodeks-ikom-dlya-muzeev/ (accessed: 18 November 2025).

2. Internet of Things in the Museum. Internet of Things News. (in Russ.). Available at: https://iot.ru/monitoring/mts-vnedrila-v-rybinskom-muzee-zapovednike-iot-reshenie-dlya-sokhraneniya-eksponatov (accessed: 18 November 2025).

3. Gendina N.I., Kosolapova E.V., Rodionova D.D., Ryabtseva L.N. [Digitalization of Museums and the Need to Develop an Information Culture of Museologists]. Bulletin of Tomsk State University. Cultural Studies and Art Criticism, 2021, no. 43. (in Russ.). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-muzeev-i-neobhodimost-formirovaniya-informatsionnoy-kultury-muzeologo (accessed: 18 November 2025).

4. Kravchenko S. A. Sociologiya cifrovizacii [Sociology of digitalization]. Moscow, Yurait Publ., 2024. 236 p. (in Russ.).

5. Tafilevich V.N., Petukhova S.V. Faktory znachimosti cifrovizacii v turizme [Factors of the significance of digitalization in tourism]. Innovacionnoe razvitie industrii turizma i gostepriimstva: materialy i doklady VIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Innovative development of the tourism and hospitality industry. Proc. and reports of VIII All-Russian Scientific and Practical Conference]. Knyaginino, NGIEU Publ., 2024. Vol. 2, pp. 151-153 (in Russ.).

Victoria N. Tafilevich
Assistant Professor, Department of Corporate Management and Finance, Novosibirsk State University of Economics and Management
56, Kamenskaya st., Novosibirsk, Russia, 630099
Phone: +7-913-773-27-95
Email: vikataf01@gmail.com

УДК 330.341.42

С.Н. Лепихина

АКТУАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ УЧЕБНОГО КУРСА «ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫМ ИМУЩЕСТВОМ» В ЭПОХУ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Предлагается описание актуализированной в соответствии с современными технологическими изменениями, внедрением искусственного интеллекта концептуальной (содержательной) модели учебного курса «Основы управления государственным имуществом». Смещение акцента при наполнении содержания курса с форм собственности на режимы собственности позволит сделать курс проблемно-ориентированным, более полно охватить объекты, субъекты и имущественные отношения, фокусируясь на механизмах управления имуществом и правах участников в конкретных ситуациях, а не только на общей принадлежности имущества.

Ключевые слова: концептуальная модель, искусственный интеллект, учебный курс, государственное имущество, режим собственности.

Интеллектуальная цифровизация приводит к глубоким институциональным изменениям в бизнесе, государственном управлении, обществе, трансформируя организационные структуры и отношения собственности. Появляются новые бизнес-модели со смешанными формами управления, создаются новые сложные цифровые объекты, включая искусственный интеллект, возникают новые формы владения и управления этими объектами. Подобные процессы меняют роль государства, бизнеса и общества в управлении такими объектами, ведут к размыванию традиционных понятий собственности, имущества, активов, государственной собственности и государственного имущества, приводят к нечеткости механизмов управления, контроля и защиты имущественными объектами, создают возможности для неформальных обязательств, появления новых моделей контроля и доступа к ресурсам. Причем хозяйственная практика меняется быстрее ее институционального оформления, в том числе ее законодательного и финансового обеспечения.

Таким образом, в обществе возникает потребность в осмыслении и объяснении происходящих в результате технологических изменений процессов. Наука и образование, направленные на выработку и систематизацию объективных знаний о действительности и формирующие критическое мышление и новые компетенции, в данном случае способны ее удовлетворить, в том числе через актуализацию и усовершенствование образовательных программ и учебных курсов.

Новая усовершенствованная концептуальная (содержательная) модель учебного курса «Основы управления государственным имуществом» построена на основе принципов формальной логики, категориально-системной методологии, теории динамических информационных систем, применения научного метода одноуровневой триадической дешифровки категорий. Данный метод позволяет выявить наиболее существенные качества в объекте исследования как системы, что составляет в совокупности сущность, суть, природу и смысл исследуемого объекта и помогает построить его простейшую модель [1].

Под концептуальной моделью понимается содержательная модель, при формулировке которой используются теоретические концепты и конструкты данной предметной области знания. Формулировка концептуальной модели представляет собой достижение определенного уровня абстрагирования на пути от предварительного описания объекта к его формальной модели. В методологии Чекленда за каждой концептуальной моделью стоит определенное видение проблемной ситуации, которое лаконично выражается ключевым определением [2].

Традиционно в основе учебных курсов об управлении государственной и муниципальной собственностью, государственным и муниципальным имуществом лежит нормативное определение государственного имущества, государственной собственности, форм собственности, установленное в Гражданском кодексе Российской Федерации. Следовательно, основными элементами соответствующего учебного курса, раскрывающими его содержание, является следующая триада категорий первого уровня, позволяющая построить концептуальную (содержательную) модель курса:

- ✓ субъекты управления государственным и муниципальным имуществом (федеральные, региональные, местные органы управления);
- ✓ объекты управления – имущество, принадлежащее государству (федеральное, государственное, муниципальное);
- ✓ методы управления: административные, экономические, правовые.

В основе модели лежит статичное понятие формы собственности и имущества, принадлежащего тому

или иному субъекту на праве собственности, в зависимости от ее нормативно определенной формы.

Вместе с тем понятие «форма собственности» и понятие «государственная собственность» (поскольку возникло в условиях, когда основным объектом собственности были имеющие вещную материальную форму экономические блага, а общество ясно и определенно было разделено на собственников и не собственников) не может адекватно отражать современные реалии. Например, внедрение и использование искусственного интеллекта в бизнесе, государственном управлении порождает дискуссии о правосубъектности искусственного интеллекта и определении его статуса в имущественных отношениях в целом. Поскольку «развитие реального содержания отношений собственности происходит в противоречивом взаимодействии субъектов и объектов отношений собственности», необходимо в основу анализа институциональных отношений собственности, в том числе управления имущественными отношениями, положить современные изменения в технолого-экономических отношениях на уровне субъект-объектных отношений [3].

Теоретическим концептом, «изобразительные способности» которого с точки зрения адекватного описания реальных ситуаций, возникающих в процессах хозяйственной деятельности, позволяют более детально отражать особенности функционирования собственности, является «режим собственности» как фундамент, устанавливающий правила управления имуществом. Понятие «режим собственности» имеет не нормативный, а позитивный характер и отражает фактическое положение дел в плане доступа к правам собственности на какой-либо объект [4].

Таким образом, концептуально обновленная содержательная модель учебного курса будет содержать следующую последовательность элементов и категорий:

- ✓ объекты управления как имущество и имущественные права, в том числе искусственный интеллект;
- ✓ субъекты управления имуществом и имущественными правами, в том числе искусственный интеллект;
- ✓ режимы собственности, в том числе режим государственной собственности, который определяет государство как владельца имущества и устанавливает правила игры в отношении этого имущества и право регулировать способы его использования и его изменения через соглашения.

Подобная содержательная модель позволит, в отличие от традиционной модели, рассмотреть имущественные отношения и управление ими не через статическую классификацию, а проанализировать новые комбинации отдельных правомочий собственности и их динамические изменения, описать тенденции развития организационно-управленческих отношений в условиях интеллектуальной цифровой трансформации экономики.

Представленная модель расширит научные представления об управлении государственным имуществом и государственной собственностью и может использоваться как для углубленного исследования отношений собственности и управления ею в условиях технологических и организационно-управленческих сдвигов и усложнения социально-экономических отношений путем детализирования компонентов модели, так и для моделирования разных сценариев взаимодействия участников имущественных отношений в конкретных ситуациях.

Литература

1. Боуш Г.Д., Разумов В.И. Методология научного исследования (в кандидатских и докторских диссертациях) : учеб. М.: ИНФРА-М, 2026. 227 с. (Высшее образование). DOI 10.12737/991914. - ISBN 978-5-16-020509-0. URL: https://znanium.ru/catalog/product/2217546 (дата обращения: 15.12.2025).

2. Плотинский Ю.М. Модели социальных процессов: учеб. пособие для высших учебных заведений. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Логос, 2001. 296 с.

3. Максимов С.Н. «Распределенная собственность» как современный режим функционирования отношений собственности // ПСЭ. 2016. № 1 (57). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/raspredelennaya-sobstvennost-kak-sovremennyy-rezhim-funktsionirovaniya-otnosheniy-sobstvennosti (дата обращения: 17.12.2025).

4. Тамбовцев В.Л. Права, формы и режимы собственности // ЭНСР. 2015. № 1 (68). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/prava-formy-i-rezhimy-sobstvennosti (дата обращения: 15.12.2025).

Лепихина Светлана Николаевна
Ст. преподаватель каф. автоматизации обработки информации Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (382-2) 41-47-01
Эл. почта: svetlana.n.lepikhina@tusur.ru

S.N. Lepikhina

Updating Conceptual Model of ‘Fundamentals of State Property Management’ Course in the Era of Artificial Intelligence

The description of the conceptual (substantive) model of ‘Fundamentals of State Property Management’ training course, updated in accordance with modern technological changes and the introduction of artificial intelligence, is proposed. That shifting the focus of the course content from forms of ownership to ownership regimes will make the course problem-oriented, with fuller covering objects, subjects and property relations, focusing on property management mechanisms and participants’ rights in specific situations, but not just on the general ownership of property, is considered.

Keywords: conceptual model, artificial intelligence, curriculum, state property, property regime

References

1. Boush G. D., Razumov V. I. Metodologiya nauchnogo issledovaniya (v kandidatskikh i doktorskikh dissertatsiyakh) [Methodology of scientific research (in PhD and doctoral dissertations)]. Moscow, INFRA-M Publ., 2026. 227 p. (in Russ.). DOI 10.12737/991914.

2. Plotinskiy Yu.M. Modeli sotsialnykh protsessov [Models of social processes]. Moscow, Logos, 2001. 296 p. (in Russ.).

3. Maksimov S. N. ['Distributed ownership' as a modern mode of functioning of property relations]. PSE, 2016, no. 1 (57). (in Russ.). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/raspredelennaya-sobstvennost-kak-sovremennyy-rezhim-funktsionirovaniya-otnosheniy-sobstvennosti (accessed: 18 November 2025).

4. Tambovtsev V.L. [Rights, forms and regimes of ownership]. ENSR, 2015, no. 1 (68). (in Russ.). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/prava-formy-i-rezhimy-sobstvennosti (accessed: 18 November 2025).

Svetlana N. Lepikhina
Senior Lecturer, Department of Data Processing Automation, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 41-47-01
Email: svetlana.n.lepikhina@tusur.ru

Секция 6
Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании

УДК 519.2

А.Е. Косова, Б.А. Воронин

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ДВУМЕРНОЙ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ

Рассматривается параметризация задачи для двумерной непрерывной случайной величины. Разбирается случай, когда функция плотности распределена равномерно в области прямоугольника и равна нулю во всей остальной области определения. Данная работа является продолжением предыдущего исследования, когда параметризация касалась прямоугольного треугольника, но, как показывает практика, для студентов лучше давать сначала более простую задачу, что и предлагается в настоящем исследовании. Также для плотности вероятности случайной величины, распределённой в треугольной области, предлагается тренажёр для установления пределов интегрирования. Кроме того, параметризация позволяет использовать ППС данную задачу в системе Moodle и облегчить задачи преподавателя.

Ключевые слова: двумерная непрерывная случайная величина, параметризация, равномерное распределение, плотность вероятности, математическое ожидание, дисперсия, ковариация, коэффициент корреляции, Moodle.

Введение

Данная статья является развитием нашей предыдущей публикации [1], в которой рассматривалась задача в рамках курса «Теория вероятностей и математическая статистика» по непрерывной двумерной случайной величине. Дело в том, что задачи по расчёту основных характеристик непрерывной двумерной случайной величины являются одними из самых сложных в курсе. И, несмотря на то что параметризация, описанная в [1], по мнению авторов, значительно облегчает работу преподавателей практических занятий, для студентов она является весьма сложной для понимания и освоения. Тут можно отметить два важных момента. С одной стороны, задача на самом деле является весьма трудоёмкой и затратной по времени, а с другой стороны, в настоящий момент наблюдается как уменьшение количества часов, отводимых на математическую подготовку (в нашем вузе математика недавно была сокращена с трех семестров до двух), так и снижение среднего уровня школьного математического образования, носящего, по-видимому, системный характер. Немного отступив от математики, можно вспомнить мастеров рукопашного боя, которые говорят, что любое, даже довольно сложное акробатическое движение, должно выполняться легко и с первого раза. Но нужно сделать ряд подготовительных упражнений для этого. К примеру, существует такой трюк на публику. Мастер боевых искусств вскакивает на край огромной плетёной корзины и пробегает вокруг всей корзины по ее краю. Это выгладит как чудо. Отработка этого трюка у мастера происходит следующим образом. Учитель говорит ученику принести огромную корзину. Затем требует, чтобы ученик наполнил её камнями до краёв. Далее ученик довольно быстро учится обегать корзину по краю. Это не занимает много времени – всего несколько дней. Затем ученик каждый день убирает по одному камню из корзины и продолжает свои ежедневные пробежки. В итоге зрители видят реальное чудо на представлении. Хотя методика понятна. Данное вышеописанное отступление от математики говорит о важности методики преподавания.

В нашем случае двойные интегралы и методика вычисления коэффициента корреляции представляют сами по себе сложность для многих студентов. Фактически же на подготовку к контрольной по данному материалу можно выделить только два занятия. Опять же следует уточнить, что мы говорим о технических специальностях. Поэтому весьма важно, чтобы большинство студентов осваивали и усваивали материал наиболее простым и понятным методом и за наименьшее время.

В таком случае разумно показать студентам саму структуру метода на примере случайной величины, распределённой в области квадрата или прямоугольника. Затем объяснить сложности с переменными границами интегралов. И уже на третьем этапе переходить к функциям плотности распределения, заданным в виде треугольников, как разбирается в [1].

Также результаты данного исследования удобно использовать для создания самостоятельных задач по курсу в среде Moodle с автоматической проверкой [2–8].

В Томске была целая межвузовская группа математиков под руководством канд. физ.-мат. наук В.А. Томиленко. Эта группа весьма успешно перевела курсы по высшей математики в Moodle [8].

После того как задача будет параметризована, в среде Moodle для каждого студента можно задать автоматически свою уникальную задачу, которая с большой вероятностью не будет совпадать ни с одной из задач у других студентов.

Необходимо отметить, что в данной работе мы использовали обозначения, принятые в [9]. Например, функция плотности вероятности обозначается как f, а не ρ, как показано в [10].

Студентам предлагается выдавать задания, начиная с самого простого, увеличивая сложность за счёт вида области, в которой распределена случайная величина: 1) задать квадрат или прямоугольник, стороны которого параллельны осям координат; 2) разобраться с переменными границами интегрирования; 3) затем взять прямоугольный треугольник, две стороны которого параллельны осям. Для продвинутых студентов можно рассмотреть и более сложные случаи, как, например, треугольник, не являющийся прямоугольным, стороны которого не параллельны осям координат.

Рассмотрим ситуацию, когда непрерывная случайная величина задана прямоугольной областью. Самый простой случай – когда область, как указано выше, является простым прямоугольником или квадратом. Сложнее уже становится, когда область является прямоугольником, имеющим разные по величине длину и ширину. Опять же здесь возможны разные случаи: стороны прямоугольника параллельны осям координат (проще) или же прямоугольник повёрнут (сложнее). Прямоугольник с параллельными осям сторонами может лежать в разных квадрантах и/или пересекать оси координат.

Постановка задачи

Задана двумерная непрерывная случайная величина, которая определена функцией плотности распределения вероятности $f(x,y) = C$ (где C – постоянная) в прямоугольнике $ABCD$, $A(x_a, y_a)$, $B(x_b, y_b)$, $C(x_c, y_c)$, $D(x_d, y_d)$ и $f(x,y) = 0$ вне этого прямоугольника. Прямоугольник $ABCD$ определяется своими вершинами, его стороны будут параллельны осям координат. Аналитическое задание плотности $f(x,y)$ для прямоугольной области определяется формулой

$$f(x,y) = \begin{Bmatrix} C, \text{если } (x,y) \in ABCD \\ 0, \text{если } (x,y) \notin ABCD \end{Bmatrix}.$$

На рисунке 1 представлен прямоугольник $ABCD$ с областью распределения.

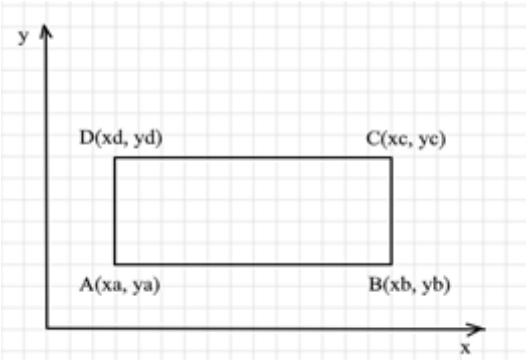


Рисунок 1 – Прямоугольник $ABCD$

Нужно найти: константу C, одномерные функции плотности распределения вероятностей $f1(x)$, $f2(y)$, математические ожидания M(X), M(Y), дисперсии D(X), D(Y), ковариационный момент cov(X,Y), коэффициент корреляции r_{xy}, а также M($Y \mid X = k$) – условное математическое ожидание от Y при условии, что $X = k$, где k – константа, такая, что $x_a \le k \le x_b$.

Решение

Предположим, что $x_a = x_d$, $x_b = x_c$, $y_a = y_b$, $y_c = y_d$. Тогда длины сторон прямоугольника будут:

$$\Delta x = x_b - x_a \text{ и } \Delta y = y_d - y_a.$$

Интеграл от функции плотности по всей области определения (внутри прямоугольника) должен быть равен 1:

$$\int_{x_a}^{x_b}\int_{y_a}^{y_d} C dy dx = 1.$$

Выполним двойное интегрирование:

$$\int_{x_a}^{x_b}\int_{y_a}^{y_d} C dy dx = C\int_{x_a}^{x_b}\int_{y_a}^{y_d} 1 dy dx.$$

Сначала интегрируем по y:

$$\int_{y_a}^{y_d} 1 dy = y_d - y_a = \Delta y.$$

Теперь интегрируем по x:

$$\int_{x_a}^{x_b} \Delta y dx = \Delta y \int_{x_a}^{x_b} 1 dx = \Delta y\left(x_b - x_a\right) = \Delta y \Delta x.$$

Таким образом, интеграл равен:

$$C\Delta y\Delta x = 1.$$

Отсюда находим постоянную C:

$$C = \frac{1}{\Delta x \Delta y}.$$

Итак, постоянная C равна:

$$C = \frac{1}{\left(x_b - x_a\right)\left(y_d - y_a\right)}.$$

Постоянную C будем подставлять в соответствующие формулы. Однако в общем виде (без подстановки) справедливы формулы для случаев в том числе неравномерного распределения, если задача будет с соответствующим заданным распределением (функцией).

Для нахождения одномерных функций распределения для двумерной непрерывной случайной величины необходимо интегрировать функцию плотности по одной из переменных.

Поскольку $f(x,y) = C$ внутри прямоугольника и $f(x,y) = 0$ вне его, то

$$f_1(x) = \int_{y_a}^{y_d} f(x,y) dy = C\int_{y_a}^{y_d} 1 dy =$$

$$= C\left(y_d - y_a\right) = C\Delta y = \frac{1}{x_b - x_a};$$

$$f_2(x)=\int_{x_a}^{x_b} f(x,y)dx = C\int_{x_a}^{x_b} 1dx =$$

$$= C\left(x_b - x_a\right) = C\Delta x = \frac{1}{y_d - y_a}.$$

Математические ожидания найдём по формулам:

$$M(X)=\int_{x_a}^{x_b}\int_{y_a}^{y_d} xf(x,y)dydx = C\int_{x_a}^{x_b} x\int_{y_a}^{y_d} 1dydx =$$

$$= C\Delta y\int_{x_a}^{x_b} xdx = C\Delta y\left(\frac{x_b^2 - x_a^2}{2}\right) =$$

$$= C\left(y_d - y_a\right)\left(\frac{x_b^2 - x_a^2}{2}\right) = \frac{x_b + x_a}{2};$$

$$M(Y)=\int_{x_a}^{x_b}\int_{y_a}^{y_d} yf(x,y)dydx = C\left(\frac{y_d^2 - y_a^2}{2}\right)\Delta x =$$

$$= C\left(x_b - x_a\right)\left(\frac{y_d^2 - y_a^2}{2}\right) = \frac{y_d + y_a}{2}.$$

Дисперсия:

$$D(X)=\int_{x_a}^{x_b}\int_{y_a}^{y_d} x^2 f(x,y)dydx - \left(M(X)\right)^2$$

$$= C\int_{x_a}^{x_b} x^2\int_{y_a}^{y_d} 1dydx - \left(M(X)\right)^2 =$$

$$= C\Delta y\left(\frac{x_b^3 - x_a^3}{3}\right) - \left(M(X)\right)^2 = C\Delta y\left(\frac{x_b^3 - x_a^3}{3}\right) -$$

$$- C^2\left(\Delta y\right)^2\left(\frac{x_b^2 - x_a^2}{2}\right) = \frac{\left(x_b - x_a\right)^2}{12};$$

$$D(Y)=\int_{x_a}^{x_b}\int_{y_a}^{y_c} y^2 f(x,y)dydx - \left(M(Y)\right)^2 =$$

$$= C\int_{x_a}^{x_b}\int_{y_a}^{y_c} y^2 dydx - \left(M(Y)\right)^2 =$$

$$= C\int_{x_a}^{x_b}\left(\frac{y_c^3 - y_a^3}{3}\right)dx - \left(M(Y)\right)^2 =$$

$$= C\left(\frac{y_c^3 - y_a^3}{3}\right)\Delta x - \left(M(Y)\right)^2 =$$

$$= C\left(\frac{y_c^3 - y_a^3}{3}\right)\Delta x - C^2\left(x_b - x_a\right)^2\left(\frac{y_c^2 - y_a^2}{2}\right)^2 =$$

$$= \frac{\left(y_c - x_a\right)^2}{12}.$$

Ковариационный момент:

$$\mathrm{Cov}(X,Y)=\int_{x_a}^{x_b}\int_{y_a}^{y_d} xyf(x,y)dydx - M(x)M(y).$$

После интегрирований получаем:

$$\mathrm{Cov}(X,Y) = C\left(\frac{y_d^2 - y_a^2}{2}\right)\left(\frac{x_b^2 - x_a^2}{2}\right) -$$

$$- C^2\Delta y\Delta x\left(\frac{x_b^2 - x_a^2}{2}\right)\left(\frac{y_d^2 - y_a^2}{2}\right) =$$

$$= C\left(\frac{y_d^2 - y_a^2}{2}\right)\left(\frac{x_b^2 - x_a^2}{2}\right)\left(1 - C\Delta y\Delta x\right) = 0.$$

Коэффициент корреляции:

$$r(X,Y) = \frac{\mathrm{Cov}(X,Y)}{\sqrt{D(X)D(Y)}};$$

$$r(X,Y) = \frac{C\left(\frac{y_d^2 - y_a^2}{2}\right)\left(\frac{x_b^2 - x_a^2}{2}\right) - C^2\Delta y\Delta x\left(\frac{x_b^2 - x_a^2}{2}\right)\left(\frac{y_d^2 - y_a^2}{2}\right)}{\sqrt{\left(C\Delta y\left(\frac{x_b^3 - x_a^3}{3}\right) - C^2(\Delta y)^2\left(\frac{x_b^2 - x_a^2}{2}\right)^2\right)\left(C\left(\frac{y_d^3 - y_a^3}{3}\right)\Delta x - C^2(\Delta x)^2\left(\frac{y_d^2 - y_a^2}{2}\right)^2\right)}} = 0.$$

Здесь видно, что формула получается достаточно большой, её можно и сократить, но в числителе у нас ковариация, которая равна нулю, а это значит, что коэффициент корреляции также равен нулю.

Условное математическое ожидание:

$$M(Y \vee X = k)=\int_{y_a}^{y_d} yf(y \vee X = k)dy;$$

$$f(y \vee X = k) = \frac{f(k,y)}{f_X(k)};$$

$$f_X(k)=\int_{y_a}^{y_d} f(k,y)dy = C\int_{y_a}^{y_d} 1dy = C\left(y_d - y_a\right) = C\Delta y;$$

$$f(y \vee X = k) = \frac{C}{C\Delta y} = \frac{1}{\Delta y};$$

$$M(Y \vee X = k)=\int_{y_a}^{y_d} y\frac{1}{\Delta y}dy = \frac{1}{\Delta y}\int_{y_a}^{y_d} ydy =$$

$$= \frac{1}{\Delta y}\left(\frac{y_d^2 - y_a^2}{2}\right) = \frac{y_d^2 - y_a^2}{2\Delta y} = \frac{y_d + y_a}{2}.$$

Если $x_b - x_a = AB$, а $y_c - y_a = AD$, можно записать упрощенные величины, которые легко запомнить преподавателю и легко запрограммировать в среде Moodle.

В итоге получаем конечный ответ:

$$C = \frac{1}{(x_b - x_a)(y_d - y_a)};$$

$$f_1(x) = \frac{1}{x_b - x_a}; \quad f_2(y) = \frac{1}{y_d - y_a};$$

$$M(X) = \frac{x_b + x_a}{2}; \quad M(Y) = \frac{y_d + y_a}{2};$$

$$D(X) = \frac{(x_b - x_a)^2}{12}; \quad D(Y) = \frac{(y_d - y_a)^2}{12};$$

$$\mathrm{Cov}(X, Y) = 0;$$

$$r(X, Y) = 0;$$

$$M(Y \vee X = k) = \frac{y_d + y_a}{2}.$$

Тренажёр для построения уравнений прямых, которые являются пределами интегрирования, параметризация

При переходе к более сложным областям распределения у студентов возникают проблемы выставления границ интегрирования. В случае распределения непрерывной случайной величины в области треугольника для поиска математического ожидания, дисперсии и других величин пределы интегрирования становятся переменными. Границы нужно выставлять в соответствии с координатами точек сторон, которые являются константами, так как катеты треугольника параллельны осям координат. Гипотенуза же может принимать два разных значения, и можно увидеть, что у нас получается 4 треугольника и 4 случая. Довольно сложно студентам понять, когда у нас переменный предел интегрирования, а когда постоянный, снизу или сверху. Если мы вычисляем скалярную величину, к примеру математическое ожидание, с помощью двойного интеграла, то границы внешнего интеграла фиксируем, они константы. Для внутреннего интеграла в случае треугольной области минимум одним из пределов интегрирования уже будет функция. Поиск этой функции часто вызывает трудности у студентов, несмотря на то, что материал изучается в рамках курса высшей математики.

Стрелки на осях расположены не просто так, а, как неформально могут объяснять авторы статьи для лучшего понимания студентами темы на занятиях, «они указывают мальчишкам-хулиганам как прокалывать шарик, в каком направлении». Отсюда можно понять, какой сначала у нас будет предел интегрирования вдоль выбранной оси – переменный или постоянный. На рисунке 2 видно, что в первом и втором случаях (вверху) стрелка слева направо (параллельно оси x, в случае если внутренний интеграл y нас по x) «входит» в катет – это значит, что нижний предел интегрирования будет постоянным ($x_a = x_b$), а «выходит» уже из гипотенузы, а это означает, что верхний предел будет уже функцией, уравнение которой и нужно будет получить. Если бы внутренний интеграл был по y, то на первом рисунке стрелка снизу вверх «входит» в катет (постоянная граница), выходит из гипотенузы (граница – функция), а на втором сверху рисунке – наоборот. Аналогично показаны оставшиеся случаи на нижних рисунках.

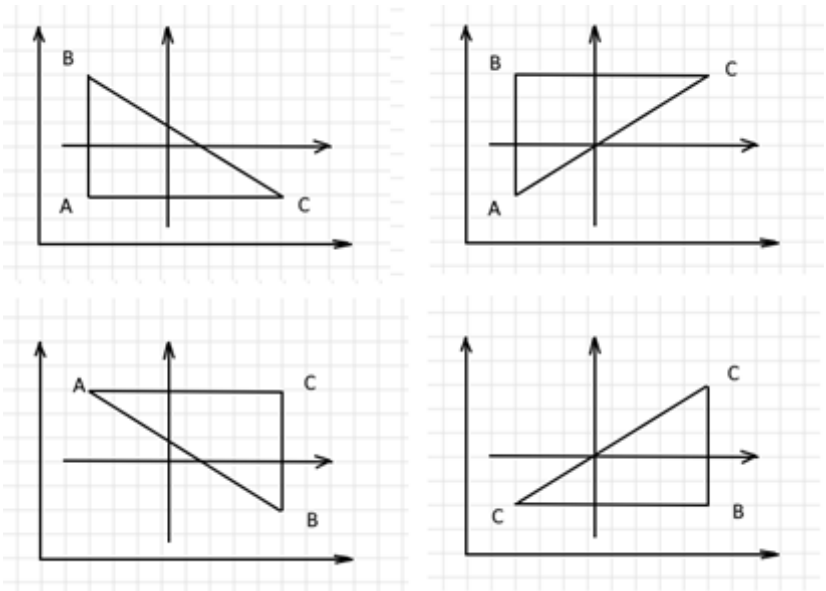


Рисунок 2 – Варианты треугольных областей, в которых может быть распределена случайная двумерная величина

Для создания тренажёра построения уравнений сторон треугольника по координатам вершин нужны формулы. Уравнения прямой по двум точкам получаются при решении систем уравнений или же используется каноническое уравнение прямой, например, для трёхмерного пространства:

$$\frac{x-x_a}{x_b-x_a}=\frac{y-y_a}{y_b-y_a}=\frac{z-z_a}{z_b-z_a},$$

где x_a, y_a, x_b, y_b, z_a. z_b – координаты точек $A(x_a, y_a, z_a)$, $B(x_b, y_b, z_b)$. При этом прямая не должна быть параллельна какой-либо из осей.

Для указанных задач теории вероятности актуален двумерный случай, прямые располагаются под углами к осям. Откуда для решаемых задач получаем необходимое:

$$x=\frac{(y-y_a)(x_b-x_a)}{y_b-y_a}+x_a$$

или

$$y=\frac{(x-x_a)(y_b-y_a)}{x_b-x_a}+y_a;$$

$$x=\frac{(x_b-x_a)}{(y_b-y_a)}y+x_a-\frac{(x_b-x_a)}{(y_b-y_a)}y_a;$$

$$y=\frac{(y_b-y_a)}{(x_b-x_a)}x+y_a-\frac{(y_b-y_a)}{(x_b-x_a)}x_a.$$

Последние два выражения – это будет явный вид, но не для случаев, если прямые (катеты) параллельны осям координат. В них видны углы наклона – коэффициенты k и свободный член b.

Тренажёр актуален не только для распределения случайной величины в треугольной области, но и в областях, которые ограничены несколькими прямыми (многоугольники), не параллельными осям координат, так как в этом случае задача может быть приведена к случаям с треугольными областями, если разбить область на несколько областей интегрирования.

Выводы

Получены формулы основных величин, характеризующих распределение непрерывной случайной величины в прямоугольной области. Описана математическая модель тренажёра поиска пределов интегрирования для величины, распределённой в треугольной области.

Параметризация может быть использована при составлении вариантов тестов для студентов по заданной теме дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» в Moodle, а также для быстрых устных проверок расчётов.

Благодарности

Авторы выражают благодарность зав. каф. АСУ В.В. Романенко за поддержку данной работы.

Литература

1. Воронин Б.А., Воронина С.С. Параметризация задачи для непрерывной двумерной случайной величины с использованием Moodle // Математическое образование. 2023. № 1(105). С. 26–31.

2. Картузова Т.В., Мерлина Н.И., Селиверстова Л.В. Использование некоторых элементов системы Moodle в работе со студентами заочного отделения при изучении математических дисциплин // Карельский научный журнал. 2016. Т. 5, № 2(15). С. 34–36.

3. Асланов Р.М., Игнатова О.Г. Электронное обучение вчера, сегодня, завтра. Проблемы и перспективы // Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2018. № 1(9). С. 28–35.

4. Обучение математическим дисциплинам в условиях применения облачных технологий на базе LMS Moodle / Т.В. Зыкова [и др.] // Вестн. Красноярского гос. пед. ун-та им. В.П. Астафьева. 2017. № 4(42). С. 58–65. DOI 10.25146/1995-0861-2017-42-4-21.

5. Миронов А.Н., Торопова А.А. Электронный образовательный ресурс «Дифференциальные уравнения» для бакалавров направления «Математика и компьютерные науки» // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Сер. Гуманитарные науки. 2015. № 11-12. С. 107–109.

6. Математические задания для студентов инженерных направлений в LMS Moodle / Т.В. Зыкова [и др.] // Вестн. Красноярского гос. пед. ун-та им. В.П. Астафьева. 2016. № 3(37). С. 61–64.

7. Есин Р.В., Кустицкая Т.А. Повышение эффективности обучения математике в электронной среде посредством лекций-тренажеров // Информатика и образование. 2019. № 8(307). С. 32–39. DOI 10.32517/0234-0453-2019-34-8-32-39.

8. Беляускене Е. А., Имас О.Н., Томиленко В.А. Математика в инженерном вузе в условиях дистанционного обучения // Современное образование: повышение конкурентоспособности университетов : материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск, 28–29 января 2021 года. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2021. В 2 ч. С. 100–104.

9. Магазинников Л.И. Высшая математика IV. Теория вероятностей: учеб. пособие. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. 151 с.

10. Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике: полный курс. 10-е изд., испр. М.: Айрис-пресс, 2011. 608 с.

Косова Анастасия Евгеньевна
Ст. преподаватель каф. автоматизированных систем управления Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники
Тел.: 8 (382-2)-70-15-36
Эл. почта: kosova_ae@mail.ru

Воронин Борис Александрович
Канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр. Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН (ИОА СО РАН)
пл. акад. Зуева, д. 1, Томск, Россия, 634055
Доцент каф. автоматизированных систем управления Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники
ORCID http://orcid.org/0000-0002-8743-5554

Тел.: 8 (382-2)-70-15-36
Эл. почта: vba_iao@mail.ru

A.E. Kosova, B.A. Voronin

Problem Parameterization for a Continuous Two-Dimensional Random Variable with LMS Moodle

The parameterization of the problem for a two-dimensional continuous random variable is considered. The case is considered when the density function is distributed evenly in the area of the rectangle, and is equal to zero in the rest of the definition area. This work is a continuation of the previous study, when parameterization concerned a right-angled triangle, but, as practice shows, it is better for students to give a simpler task first, which is proposed in this study. Also, for the probability density of a random variable distributed in a triangular area, a simulator to determine the limits of integration is proposed. That parameterization allows the teaching staff to use this task in LMS Moodle and facilitate the teachers' tasks is concluded.

Keywords: two-dimensional continuous random variable, parameterization, uniform distribution, probability density, mathematical expectation, variance, covariance, correlation coefficient, Moodle.

References

1. Voronin B.A., Voronina S.S. [Problem parameterization for a continuous 2D random variable using Moodle]. Mathematical Education, 2023, 1(105), pp. 26-31 (in Russ.).

2. Kartuzova T. V., Merlina N. I., Seliverstova L. V. [Use of some elements of system Moodle working with part-time students at studying mathematical disciplines]. Karelian Scientific Journal, 2016, vol. 5, no. 2(15), pp. 34-36 (in Russ.).

3. Aslanov R.M., Ignatova O. [E-learning yesterday, today and tomorrow. problems and projects]. Continuum: Mathematics, Informatics, Education, 2018, no. 1(9), pp. 28-35 (in Russ.).

4. Vainshtein Yu.V., Shershneva V. A., Esin R.V., Zykova T.V. [Teaching mathematical disciplines in conditions of applying cloud technologies on the basis of LMS Moodle]. Bulletin of Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, 2017, no. 4(42), pp. 58-65. DOI 10.25146/1995-0861-2017-42-4-21

5. Mironov A. N., Toropova A. A. [Electronic educational resource 'Differential Equations for bachelors of the direction 'Mathematics and Computer Science']. Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice, 2015, no. 11-12, pp. 107-109 (in Russ.).

6. Zykova T.V., Katsunova A.S., Tsybulsky G.M., Sidorova T.V., Shershneva V.A. Mathematical tasks for students with engineering majors in the LMS Moodle]. Bulletin of Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, 2016, 3(37), pp. 61-64 (in Russ.).

7. Esin R.V., Kustitskaya T.A. [Improving the efficiency of teaching mathematics in e-learning course using training lectures]. Informatics and Education, 2019, no. 8(307), pp. 32-39 (in Russ.). DOI 10.32517/0234-0453-2019-34-8-32-39

8. Beliauskene E. A., Imas O.N., Tomilenko V. A. Matematika v inzhenernom vuze v usloviyakh distancionnogo obucheniya [Covid-19 and mathematics in technical university]. Sovremennoe obrazovanie: povyshenie konkurentosposobnosti universitetov: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii [Modern education: increasing the competitiveness of universities. Proc. of the International Scientific and Methodical Conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2021. Vol. 2, pp. 100-104 (in Russ.).

9. Magazinnikov L.I. Vysshaja Matematika IV. Teorija Verojatnostej [Higher Mathematics IV. Probability Theory]. Tomsk, TUSUR Publ., 2012. 151 p. (in Russ.).

10. Pismenny D. T. Konspekt lekcij po vysshej matematike [Lecture notes on higher mathematics]. Moscow, Iris-Press Publ., 2011. 608 p. (in Russ.).

Anastasia E. Kosova
Senior Lecturer, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: 8 (382-2) 70-15-36
Email: kosova_ae@mail.ru

Boris A. Voronin
PhD in Physics and Mathematics, senior scientist Institute of Atmospheric Optics SB RAS named after V.E. Zuev
1, Academician Zuev sq., Tomsk, Russia, 634055
Associate Professor, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID://orcid.org/0000-0002-8743-5554
Phone: 8 (382-2) 70-15-36
Email: vba_iao@mail.ru

УДК 378.14

Т.Н. Пушкарёв, А.В. Берёза

ПРЕИМУЩЕСТВА ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE В ПРЕПОДАВАНИЕ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ (MAJOR) НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ 25.05.03 «ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО РАДИООБОРУДОВАНИЯ»

Рассматриваются дидактические и методические преимущества интеграции системы электронного обучения Moodle в образовательный процесс преподавания дисциплин модуля специализации направления подготовки 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования». Анализируется, как инструменты платформы способствуют формированию практико-ориентированной среды, развитию инженерного мышления и автоматизации рутинных процессов контроля знаний. На конкретных примерах демонстрируется эффективность использования систем автоматизированного тестирования и средств организации проектной деятельности.

Ключевые слова: система электронного обучения, Moodle, инженерное образование, автоматизация контроля, объективность.

Введение

Цель статьи – выявить и обосновать специфические преимущества использования системы электронного обучения (СЭО) Moodle для повышения эффективности обучения студентов направления подготовки 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования». В основу работы положен метод теоретического анализа и обобщения педагогического опыта внедрения СЭО Moodle в учебный процесс.

Исследование базируется на практическом применении платформы для преподавания курсов «Радиотехническое обеспечение полетов», «Безопасность полетов», «Автоматизированные системы управления воздушным движением» и «Организация воздушного движения» в течение трех лет.

Использовались такие методы, как педагогическое наблюдение, анализ результатов успеваемости и обратная связь по курсу.

Создание интегрированной практико-ориентированной среды

Главный вызов в обучении дисциплинам модуля специализации направления подготовки – преодоление разрыва между теоретическими занятиями и их практическим применением. СЭО Moodle позволяет создавать единую среду, где теория, практика и контроль тесно переплетены, пример такой среды в курсе «Радиотехническое обеспечение полетов» приведен на рисунке 1.

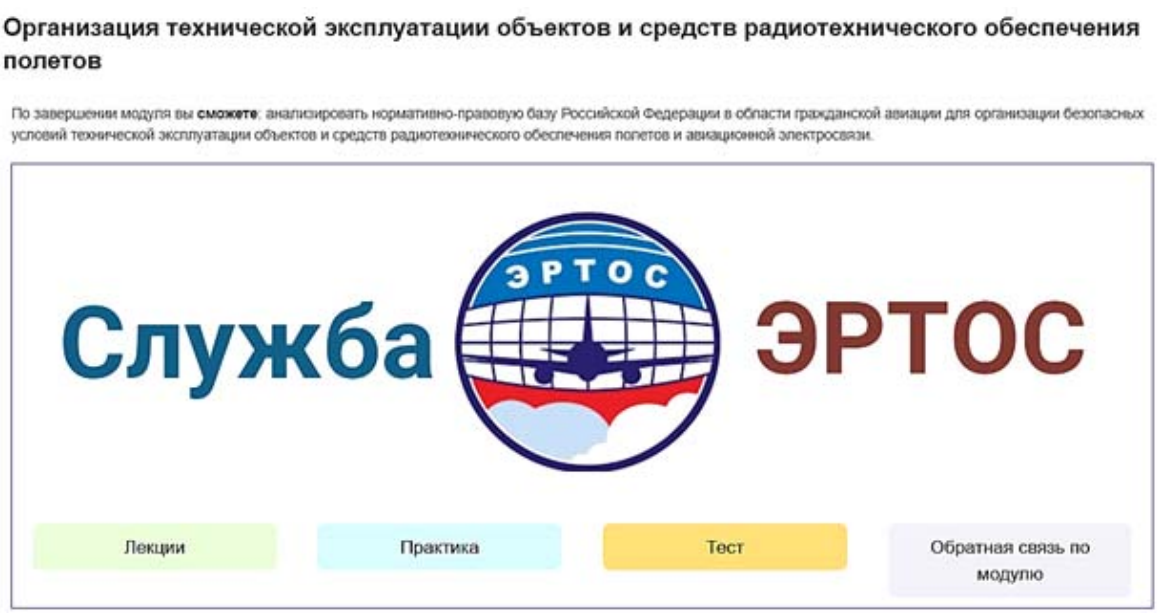


Рисунок 1 – Единая интегрированная практико-ориентированная среда

В дисциплинах специализации, таких как «Радиотехническое обеспечение полетов», лекционные материалы в СЭО Moodle дополняются разделом «Нормативно-правовая база». Данный раздел содержит актуальные редакции фундаментальных документов: Федеральных авиационных правил (ФАП), профессионального стандарта «Специалист по радионавигации, радиолокации и связи гражданской авиации» и отраслевых стандартов.

Практические задания строятся по принципу сквозных профессиональных кейсов. Так, студентам предлагается задача: «На основании анализа профессионального стандарта и требований ФАП-297, выступая в роли инженера (техника/руководителя) службы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи (ЭРТОС), разработать алгоритм или развернутый план действий на заданную нештатную ситуацию. В решении необходимо указать конкретные пункты правил, регламентирующие каждый этап действий».

Такой подход трансформирует абстрактное изучение нормативных документов в активную деятельность по их применению. Элементы «Лекция» и «Задание» в СЭО Moodle образуют целостную модель рабочего процесса, где знание правил неотделимо от умения действовать в соответствии с ними. Это позволяет сформировать у будущих специалистов компетенцию, определенную профессиональным стандартом, – готовность к организации и проведению работ по технической эксплуатации транспортного радиооборудования.

Автоматизация контроля и объективная оценка знаний

Проверка практических умений решения расчетных задач, например по определению параметров радиооборудования, успешно автоматизируется в СЭО Moodle с помощью инструмента «Тест». Это позволяет исключить субъективный фактор и избавляет преподавателя от трудоемкой рутины проверочных мероприятий.

Например, в курсе «Радиотехническое обеспечение полетов» используются вопросы типа «Вычисляемый». Студенту предлагается рассчитать такой параметр, как «дальность прямой радиовидимости», при этом исходные данные (высоты антенн, коэффициент рефракции) генерируются СЭО Moodle случайным образом для каждого студента.

Данный подход исключает возможность простого копирования ответа и гарантирует индивидуальность работы. СЭО Moodle автоматически проверяет полученный численный ответ, обеспечивая мгновенную обратную связь и беспристрастность оценки.

Для обеспечения режима контролируемого тестирования и минимизации академических рисков в процедуру проверки интегрируется специальное программное обеспечение Safe Exam Browser (SEB). Оно предназначено для создания защищенной среды проведения электронного тестирования, целенаправленно ограничивая действия пользователя: запрещая переключаться на другие приложения, веб-браузеры или системные функции [1]. Такое комплексное применение вычисляемых вопросов и SEB не только автоматизирует процесс проверки, но и гарантирует объективность оценки знаний. Помимо вопросов типа «Вычисляемый», СЭО Moodle поддерживает весь спектр форм тестирования («множественный выбор», «на соответствие», «короткий ответ», «числовой ответ», «верно/неверно» и др.), к которым также применима автоматизация контроля и объективность оценки знаний.

Для расширения дидактического инструментария СЭО Moodle предоставляет механизмы интеграции интерактивных заданий и упражнений для контроля знаний (с помощью H5P, встраивания HTML-кода) со сторонних ресурсов. Один из наиболее популярных встраиваемых сторонних ресурсов – онлайн-сервис LearningApps.org, который позволяет создавать, редактировать и использовать готовые задания в игровом формате [2].

В рамках преподавания дисциплин специализации апробированы и получили положительный отклик от студентов следующие форматы:

– викторина типа «Скачки», стимулирующая соревновательную деятельность при повторении и закреплении учебного материала;

– интерактивные «Кроссворды» для контроля усвоения терминологии и основных понятий;

– викторина по аналогии «Кто хочет стать миллионером» для проведения текущего контроля.

Данные форматы позволяют разнообразить способы контроля знаний, снижая психофизиологическую нагрузку со студентов и повышая их вовлеченность в учебный процесс.

Проведенный анализ элемента СЭО Moodle «Обратная связь по курсу» показал: более 80% студентов отметили, что использование геймифицированных заданий повысило их интерес к дисциплине и мотивацию к регулярной работе в курсе. Наблюдается здоровое соперничество в академических группах, связанное с накоплением баллов за выполнение подобных упражнений. Таким образом, интеграция интерактивных элементов способствует не только разнообразию форм контроля, но и формированию устойчивой учебной мотивации.

Элементы геймификации применяются не только на этапе обучения, но и во время экзаменационных мероприятий. Для снижения психофизиологического напряжения и создания более непринужденной атмосферы на экзамене был апробирован онлайн-инструмент Wheel of Names [3]. Вместо традиционного выбора бумажного билета экзаменационный вопрос выбирается случайным образом с помощью инте-

рактивного «колеса фортуны» (рисунок 2). Данный подход, с одной стороны, сохраняет принцип случайности и объективности, а с другой – визуализирует процесс выбора, переводя его из формальной процедуры в игровую ситуацию, что положительно влияет на эмоциональный фон студентов.

Рисунок 2 – Реализация выбора экзаменационного вопроса случайным образом с помощью онлайн-инструмента Wheel of Names

Заключение

Проведенный анализ позволяет утверждать, что применение СЭО Moodle в преподавании дисциплин специализации направления подготовки выходит далеко за рамки функции «электронного хранилища файлов».

Платформа является мощным методическим инструментом:

– он создает интегрированную, практико-ориентированную образовательную среду, моделирующую элементы будущей профессиональной деятельности;

– обеспечивает автоматизацию рутинного контроля, высвобождая время преподавателя для индивидуальной консультативной работы;

– способствует лучшему усвоению материала за счет мультимедийности и интерактивной визуализации сложных технических процессов и алгоритмов.

Интеграция СЭО Moodle в учебный процесс является не вынужденной мерой, а закономерным и необходимым шагом в контексте цифровой трансформации образования.

СЭО Moodle позволяет говорить на языке «цифрового поколения» студентов, используя привычные для них форматы коммуникации и работы с информацией, что само по себе служит дополнительным фактором мотивации.

Таким образом, грамотная методическая интеграция СЭО Moodle в учебный процесс позволяет не только повысить успеваемость, но и кардинально изменить качество инженерной подготовки, делая ее более гибкой, персонализированной и соответствующей вызовам цифровой эпохи.

Литература

1. Safe Exam Browser. URL: https://safeexambrowser.org/about_overview_en.html#:~:text=Safe%20Exam%20Browser%20is%20a,being%20used%20during%20an%20exam (accessed: 11.11.2025).

2. LearningApps: для чего нужен, как работать. URL: https://gb.ru/blog/learningapps/ (дата обращения: 11.11.2025).

3. Wheel of Names. URL: https://webcatalog.io/ru/apps/wheel-of-names (accessed: 11.11.2025).

Пушкарёв Тимур Николаевич
Ст. преподаватель каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Тел.: +7 (3822) 53-21-84
Эл. почта: timur.n.pushkarev@tusur.ru

Берёза Анастасия Васильевна
Студент каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Тел.: +7 (3822) 53-21-84
Эл. почта: nastya.nastya0810@gmail.com

T.N. Pushkaryov, A.V. Bereza

Advantages of Integrating Moodle E-Learning System into Teaching Disciplines of Specialization Module (Major) within ‘Technical Operation of Transport Radio Equipment’ Educational Program

The didactic and methodological advantages of integrating Moodle e-learning system (Moodle ELS) into teaching the

disciplines of the specialization module within ‘Technical Operation of Transport Radio Equipment’ Educational Program are presented. How the platform tools facilitate the creation of practice-oriented environment, the development of engineering thinking, and the automation of routine knowledge assessment processes is shown. The effectiveness of automated testing system and project management tools by specific examples is demonstrated.

Keywords: e-learning system, Moodle, engineering education, automation of control, objectivity.

References

1. Safe Exam Browser. (in Russ.). Available at: https://safeexambrowser.org/about_overview_en.html#:~:text=Safe%20Exam%20Browser%20is%20a,being%20used%20during%20an%20exam (accessed: 21 November 2025).

2. LearningApps: What it`s for and how it works. (in Russ.). Available at: https://gb.ru/blog/learningapps/ (accessed: 21 November 2025).

3. Wheel of Names. (in Russ.). Available at: https://webcatalog.io/ru/apps/wheel-of-names (accessed: 21 November 2025).

Timur N. Pushkaryov
Senior Lecturer, Department of Design and Production of Radioelectronic Equipment, Tomsk State University of Control System and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenina pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 53-21-84
Email: timur.n.pushkarev@tusur.ru

Anastasia V. Bereza
Student, Department of Design and Production of Radioelectronic Equipment, Tomsk State University of Control System and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 53-21-84
Email: nastya.nastya0810@gmail.com

УДК 622.23.05

Е.А. Метелькова, В.С. Шабалин

ИНТЕРАКТИВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Рассматриваются вопросы создания интерактивной образовательной среды в профессиональных образовательных организациях с применением различных цифровых платформ.

Ключевые слова: цифровые технологии в образовании, интерактивная картинка, метка, тэг, виртуальная экскурсия, контент.

Актуальность

Информационные технологии активно внедряются в образовательный процесс, предлагая новые инструменты и методы организации учебного взаимодействия. Интерактивные образовательные среды позволяют сделать обучение более гибким, персонализированным и эффективным, обеспечивая высокую мотивацию студентов и лучшее усвоение материала.

Проблема

Выбор эффективных и доступных цифровых технологий для внедрения в образовательный процесс.

Цель работы – изучение цифровых технологий, позволяющих создавать интерактивные образовательные ресурсы.

Задачи:

− изучить возможности цифровых платформ по созданию интерактивных сред;

− выявить достоинства и недостатки этих платформ;

− определить сферу применения интерактивных образовательных ресурсов в профессиональном образовании.

Рассмотрим понятие «интерактивная образовательная среда» с точки зрения каждого компонента.

Понятие «среда» многогранно в мире науки, в самом общем смысле среда понимается как окружение. В педагогике под средой понимают специально (сообразно с педагогическими целями) создаваемую систему условий организации жизнедеятельности обучающихся, направленную на формирование их отношений к миру, людям и друг к другу.

Образовательная среда – это часть внешнего пространства человека, включающая в себя специально организованные педагогические условия развития личности, системно организованную совокупность информационного, технического, учебно-методического обеспечения, неразрывно связанную с человеком как субъектом образовательного процесса.

Важным здесь является интерес (как правило, он возникает в профессиональной сфере), мотивация – эмоциональное отношение к изучаемому предмету. Обратная связь, отражение и диалог – составные компоненты интерактивного обучения. Диалог представляет согласованное взаимодействие субъектов общения – обучающих и обучающихся, который можно рассматривать как «определенную коммуникативную среду». То есть диалог является уникальным средством общения и разновидностью деятельности, с помощью которой учащийся работает над своим развитием с помощью преподавателя, помогающего учащемуся сформировать свой образ мыслей, найти путь решения задачи [1].

Организация обучения требует внедрения новых методик и подходов. Одним из таких подходов является интеграция цифровых технологий, способствующая созданию более интерактивной и гибкой среды. Роль преподавателей и студентов также претерпевают изменения. Преподаватели становятся не только источниками теоретических знаний, но и наставниками, которые помогают студентам ориентироваться в цифровой среде и использовать новые методики для более глубокого понимания материала. Студенты в этом случае являются активными участниками процесса, это развивает их критическое мышление и самостоятельность [2].

Сегодня на первый план выступают интерактивные методы обучения и образовательные среды. Интерактивность образовательной среды подразумевает под собой контент, позволяющий помечать изображения, а также видео и мультимедиа 360° специальными метками, при нажатии на которые открывается доступ к дополнительной информации, аудио, видео, вставкам и веб-ссылкам. Именно такой формат позволяет замотивировать обучающегося на активную познавательную деятельность.

На основе *методов* экспертной оценки и анализа открытых источников информации систематизированы сведения о нескольких цифровых платформах.

Платформа Thinglink.com (https://thinglink.com/) включает в себя множество разнообразных инструментов по созданию интерактивных изображений, видео, самоуправляемых 360°/VR-изображений, а также 3D моделей; 360-градусных экскурсий с пошаговым описанием; наложений дополненной реальности для изображений и объектов; интерактивных презентаций; интерактивных карт или видов с воздуха;

выставочного зала или галереи; инфографики; плана этажа. Доступ к платформе – условно-бесплатный (60 дней). Интерфейс русифицирован.

Рассмотрим на примере виртуальной экскурсии по мастерской «Промышленная механика и монтаж» применение мультимедийного редактора платформы Thinglink.com (рисунки 1, 2).

Рисунок 1 – QR-код ссылки на виртуальную экскурсию
https://www.thinglink.com/card/1802219251939935076

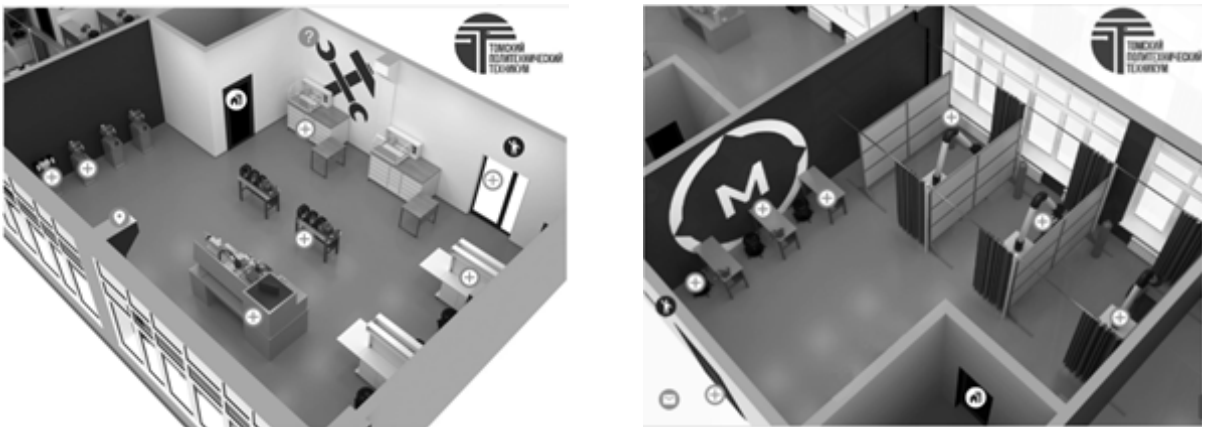


Рисунок 2 – Визуализация двух локаций виртуальной экскурсии

Область применения виртуальной экскурсии: учебные дисциплины, профессиональные модули, учебные практики, подготовка к демонстрационному экзамену; подготовка к участию в чемпионате по профессиональному мастерству «Профессионалы»; профориентационные мероприятия; программы профессионального обучения и дополнительного профессионального образования, а также другие направления образовательной деятельности.

При создании указанного выше цифрового образовательного ресурса применены разные тэги (метки), наложенные на 3D-модель мастерской: медиа (фото, аудио), текстовый комментарий; текстовая надпись; ссылка на сторонний ресурс; опрос; тур.

Использование перечисленных инструментов позволяет добиться следующих результатов:

− комплексного представления об инфраструктуре мастерской;

− изучения месторасположения и технических характеристик оборудования;

− понимания сферы применения и назначения оборудования.

Интересантами представленного цифрового образовательного ресурса являются не только учащиеся техникумов, колледжей, школ, вузов, но и педагогические работники, административный персонал, предприятия – работодатели, социальные партнеры, родители (законные представители) обучающихся образовательных организаций.

Еще одним средством для создания интерактивного образовательного контента может выступать платформа **Genial.ly** (https://app.genial.ly/) – единый инструмент для создания широкого круга дидактических ресурсов, презентаций, игр, интерактивных изображений, карт, иллюстрированных процессов, резюме и других активностей. Сервис работает на английском языке, однако в браузерах есть возможность воспользоваться автоматическим переводом. Существует бесплатная версия, но ее функционал несколько ограничен.

Приведем примеры интерактивных образовательных ресурсов, созданных на платформе Genial.ly (рисунки 3, 4).

Рисунок 3 – Интерактивный плакат «Средства индивидуальной защиты для профессии «Стропальщик»
https://view.genial.ly/65add49b99dd1b0014a78cf2/interactive-image-interactive-image

Рисунок 4 – Интерактивная карта «Города-герои»
https://view.genially.com/6798f43ec74ec86e6b8ca120/interactive-content-geniallycopy-untitled-genially

Область применения интерактивного плаката (см. рисунок 3): занятия учебной дисциплиной «Охрана труда», реализация программ профессионального обучения профессии «Стропальщик» и курсов повышения квалификации. Область применения интерактивной карты (см. рисунок 4): занятия учебной дисциплиной «История», а также внеклассные мероприятия и классные часы «Разговоры о важном».

Выводы

Таким образом, разрабатывать и применять интерактивные среды можно как для учебных, так и внеучебных занятий с обучающимися.

Каждая из рассмотренных платформ (Thinglink.com и Genial.ly) имеет свои особенности, достоинства и недостатки, но при этом и свою сферу применения, в том числе и профессиональное образо-

вание, расширяя арсенал цифровых инструментов современного педагога.

Литература

1. Петрова Е.О. Интерактивная образовательная среда как педагогическое условие успешного иноязычного обучения студентов медицинского вуза // Открытое образование. 2024, январь. URL: https://openedu.rea.ru/jour/article/viewFile/134/136 (дата обращения: 22.11.2025).

2. Коробков Н. Современная цифровая образовательная среда – суть и основы нацпроекта // Платформа для онлайн-обучения SKILLSPACE. 2023. URL: https://skillspace.ru/blog/cifrovaya-obrazovatelnaya-sreda-chto-eto-takoe/ (дата обращения: 22.11.2025).

Метелькова Елена Александровна
Ст. методист высшей квалификационной категории Областного государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения «Томский политехнический техникум» (ОГБПОУ «ТПТ»)
Смирнова ул., 44, г. Томск, Россия, 634027
Тел.: +7 (382-2) 90-75-25
Эл. почта: moongirl-09@mail.ru

Шабалин Вадим Сергеевич
Преподаватель высшей квалификационной категории Областного государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения «Томский политехнический техникум» (ОГБПОУ «ТПТ»)
Смирнова ул., 44, г. Томск, Россия, 634027
Тел.: +7-909-547-95-55
Эл. почта: vadim.shabalin.1991@mail.ru

E.A. Metelkova, V.S. Shabalin
Interactive Educational environment in Vocational Education

The article is devoted to the issues of creating interactive educational environment in vocational education organizations with the use of different digital platforms.

Keywords: digital technologies in education, interactive image, label, tag, virtual excursion, content.

References

1. Petrova E.O. [Interactive Educational Environment as a Pedagogical Condition for Successful Foreign Language Learning of Medical University Students]. Open Education, 2024. (in Russ.). Available at: https://openedu.rea.ru/jour/article/viewFile/134/136 (accessed: 22 November 2025).

2. Korobkov N. Modern Digital Educational Environment – Essence and Basics of National Project. Online Learning Platform SKILLSPACE. 2023. (in Russ.). Available at: https://skillspace.ru/blog/cifrovaya-obrazovatelnaya-sreda-chto-eto-takoe/ (accessed: 22 November 2025).

Elena A. Metelkova
Senior Methodologist of the Highest Qualification Category, Regional State Budget Professional Educational Institution 'Tomsk Polytechnic College'
44, Smirnov st., Tomsk, Russia, 634027
Phone: +7 (382-2) 90-75-25
Email: moongirl-09@mail.ru

Vadim S. Shabalin
Teacher of the Highest Qualification Category, Regional State Budget Professional Educational Institution 'Tomsk Polytechnic College'
44, Smirnov st., Tomsk, Russia, 634027
Phone: +7-909-547-95-55
Email: vadim.shabalin.1991@mail.ru

УДК 004.94

Т.А. Андреева, А.О. Купцов, А.Я. Лукин, Т.А. Тихонова

3D-МАКЕТЫ РЕАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА

Виртуальная лаборатория с цифровыми копиями реальных приборов позволяет студенту не только выполнить лабораторную работу, но и освоить работу с оборудованием, которое ждет его в лаборатории. Предложена двухуровневая модель реальных приборов и лабораторных макетов, позволяющая разделить создание визуальной 3D-модели и ее функциональное наполнение и приблизить поведение установки к реальному.

Ключевые слова: VR-технологии, виртуальная лаборатория, цифровая копия, поведенческая и электрическая модели прибора.

В условиях стремительно меняющихся реалий VR-технологии становятся всё более востребованными, их можно увидеть практически везде – от развлекательных комплексов до передовых научных лабораторий [1], от симуляторов вождения [2] до проектов по изучению дальних галактик [3].

Среди безусловных плюсов VR-лабораторий следует отметить их безопасность – как для исследователя, так и для окружающей среды. Также исключается повреждение приборов вследствие неправильной эксплуатации. Виртуальная реальность дает возможность решать поставленную задачу, повторяя ее прохождение снова и снова, пока, наконец, не будет получен необходимый результат. Интерактивность VR способствует более глубокому и интуитивному пониманию. Кроме того, возможности VR значительно превосходят возможности традиционных лабораторий: не используются расходные материалы, а значит, отсутствуют затраты на реактивы, оборудование и его обслуживание.

Как у любых современных технологий, потенциальные недостатки VR-лабораторий тесно связаны с их достоинствами.

Говоря о безопасности интерактивных лабораторных работ, необходимо учитывать, что в процессе симуляций при использовании очков виртуальной реальности для управления некоторые студенты могут испытывать нарушение координации, головокружение и даже тошноту. Кроме того, длительное нахождение в среде виртуальной реальности может привести к напряжению и усталости глаз.

Стоит также упомянуть о возможном разрыве с реальностью: виртуальные работы обеспечивают безопасность, но вместе с тем могут способствовать развитию безответственного отношения к проведению реального эксперимента – исключенная вероятность поломок и травм в виртуальном мире, вероятно, может повлечь легкомысленное отношение к аналогичным ситуациям в реальном мире.

Повторяемость процесса предусматривает наличие конечного числа вариантов реакции системы. Такой подход предполагает, что разработчикам известны все возможные исходы, а это, очевидно, не всегда бывает так. Следствием может быть неготовность обучающегося к нестандартным ситуациям.

Опыт использования предлагаемых на рынке виртуальных лабораторных работ позволяет выделить ещё ряд их недостатков:

- ✓ некоторые виртуальные лабораторные работы в большей степени являются демонстрациями физических явлений, чем собственно экспериментом, который проводит пользователь;
- ✓ виртуальные лабораторные часто имеют слабую методическую проработку. Отсутствует цепочка «сбор данных → серьёзная обработка → получение (обсуждение) результатов»;
- ✓ низкая вариативность виртуальных лабораторных работ. В этом случае реализуется один-два набора параметров, что быстро приводит к дублированию (списыванию) отчётов.

Причиной перечисленных проблем может служить то обстоятельство, что большинство виртуальных лабораторных разрабатывают программисты; физики же, плохо знакомые с виртуальной реальностью и программированием, не могут корректно сформулировать задачи.

Попытка решить озвученные выше практические недочёты виртуальных лабораторных работ привела к созданию данного проекта. В его основу заложены две ключевые идеи.

Первая – это работа с цифровыми копиями реальных приборов, то есть поведение виртуальной модели должно быть максимально близким к поведению реального прибора. Это позволило бы студенту освоить работу с современными сложными цифровыми приборами, взаимодействуя с их 3D-моделями, – нажимать на кнопки, выбирать различные режимы работы, диапазоны измерений и т.д.

Разработанные с использованием Unity трехмерные модели составляют фронтенд предлагаемого проекта, реагируя на нажатия кнопок (повороты переключателей и т.д.) и отображая на индикаторах результаты измерения, установочные параметры, режим работы – так, как это делают реальные приборы. Кро-

ме того, студент может соединять элементы лабораторного макета между собой прилагаемыми проводами, этот функционал также обеспечивается Unity.

Логика работы современных приборов часто оказывается достаточно сложной. Поэтому в 3D-модель встраивается написанная на C# поведенческая модель – изменения состояния прибора при различных действиях студента. Поведенческая модель (B-модель) информационно связана с 3D через аппарат событий (реакция на нажатия кнопок) и передачу данных для отображения на индикаторах.

Второй важной идеей проекта является возможность произвольного соединения имеющихся компонентов. Таким образом, студент сможет самостоятельно «собирать установку», делая ошибки, в том числе «смертельно опасные» для приборов. Это выгодно отличает виртуальный практикум от реального – выход из строя дорогостоящего прибора всегда проблема. Предусмотреть все возможные варианты подключения на уровне поведенческих моделей практически невозможно, поэтому расчет реальных значений параметров схемы в нашем проекте выполняется в независимом приложении для моделирования электрических цепей NGSPICE. Для каждого прибора или лабораторного макета создается его «электрическая» модель на языке SPICE. SPICE-модели обмениваются информацией с поведенческими моделями. Для моделирования используется также информация о сделанных соединениях. Структура виртуальной модели лабораторной работы проекта приведена на рисунке 1.

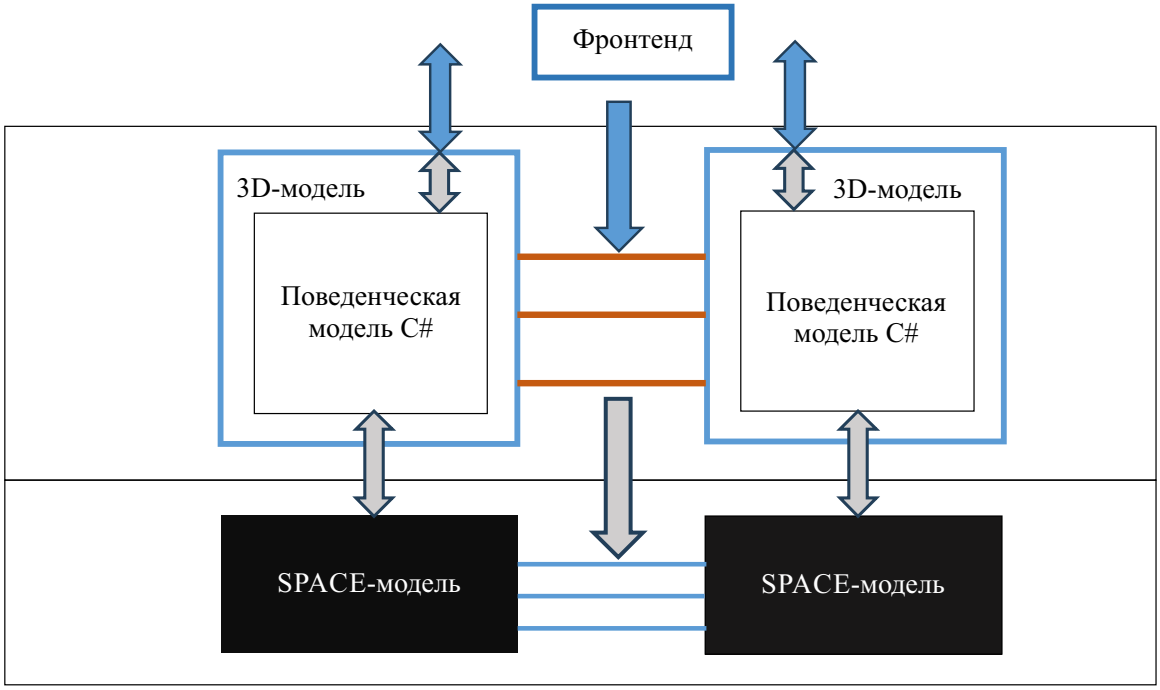


Рисунок 1 – Структура виртуальной модели лабораторной работы

При создании цифровых копий приборов и лабораторных макетов функции программистов и физиков разделяются следующим образом: 3D-модель создается программистами, B-модель – физиками и реализуется на C# программистами, SPICE-модель разрабатывается и реализуется физиками.

Такой подход имеет целый ряд преимуществ: возможность независимой отладки, уточнение и расширение списка физических моделей исследуемых объектов без привлечения программистов, что существенно облегчает масштабирование проекта. Это особенно удобно для лабораторий электро- и радиоизмерений, когда макет может представлять собой простую панель для беспаечного монтажа и некоторое количество стандартных элементов.

Для решения проблемы верификации данных, представляемых студентами в отчётах по лабораторным работам, и борьбы со списыванием в виртуальных лабораторных работах будет использован многозначный персональный код. По этому коду для каждого студента генерируется псевдослучайный набор – исследуемые объекты и их параметры. Введя код, преподаватель может видеть, какие исходные данные были получены студентом. Результаты измерений, выполненных студентом, хранятся на сервере для дальнейшей верификации.

Таким образом, рассматриваемый подход не только приближает виртуальную лабораторию к реальной, но и позволяет избавиться от основных недостатков виртуальных лабораторных работ, предлагаемых в настоящее время на рынке.

Проект выполняется при финансовой поддержке гранта по программе развития СПбПУ в рамках образовательно-кадрового направления по лоту № 3 ДО «Разработка виртуальных лабораторных макетов для электрорадиоизмерений».

Литература

1. vLUME: 3D virtual reality for single-molecule localization microscopy / A. Spark [et al.] // Nat. Methods. 2020. Vol. 17. P. 1097–1099. URL: https://doi.org/10.1038/s41592-020-0962-1.

2. See the 9 Different Ways NASA is Testing AR/VR on the Space Station. URL: https://www.designnews.com/industry/see-the-9-different-ways-nasa-is-testing-ar-vr-on-the-space-station (accessed: 22.11.2025).

3. Baracaglia E., Vogt F.P.A. E0102-VR: Exploring the scientific potential of Virtual Reality for observational astrophysics // Astronomy and Computing. 2020. Vol. 30. P. 100352-100358. URL: https://doi.org/10.1016/j.ascom.2019.100352.

Андреева Татьяна Алексеевна
Канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент каф. физики Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ)
Политехническая ул., 29, г. Санкт-Петербург, Россия, 195251
ORCID ID: 0000-0001-7280-2975
Тел.: +7 (812) 552-77-90
Эл. почта: andreeva_ta@spbstu.ru

Купцов Александр Олегович
Вед. программист лаборатории «Промышленные системы потоковой обработки данных» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ)
Политехническая ул., 29, г. Санкт-Петербург, Россия, 195251
Тел.: +7-921-348-41-82
Эл. почта: kuptsov_ao@spbstu.ru

Лукин Александр Яковлевич
Канд. физ.-мат. наук, доцент, профессор каф. физики Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ)
Политехническая ул., 29, г. Санкт-Петербург, Россия, 195251
ORCID ID: 0000-0002-8479-1836
Тел.: +7 (812) 552-77-90
Эл. почта: lukin_aya@spbstu.ru

Тихонова Татьяна Анатольевна
Магистрант каф. физики Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ)
Политехническая ул., 29, г. Санкт-Петербург, Россия, 195251
Тел.: +7 (812) 552-77-90
Эл. почта: tihonova_ta@spbstu.ru

T.A. Andreeva, A.O. Kuptsov, A.Ya. Lukin, T.A. Tihonova

3D-Models of Real Devices in a Virtual Laboratory for Physics Workshop

A virtual laboratory with digital copies of real devices allows students not only to do laboratory works, but also to master the work with the laboratory equipment. That a two-level model of real devices and laboratory models make it possible to separate the creation of a visual 3D model and its functional content, as well as to bring the operation of the installation closer to the real one.

Keywords: VR technology, virtual laboratory, digital copy, behavioral and electrical models of the device.

References

1. Spark A., Kitching A., Esteban-Ferrer D., et al. vLUME: 3D virtual reality for single-molecule localization microscopy. Nat Methods, 2020, vol. 17, pp. 1097–1099. Available at: https://doi.org/10.1038/s41592-020-0962-1 (accessed: 22 November 2025).

2. See the 9 Different Ways NASA is Testing AR/VR on the Space Station. Available at: https://www.designnews.com/industry/see-the-9-different-ways-nasa-is-testing-ar-vr-on-the-space-station (accessed: 22 November 2025).

3. Baracaglia E., Vogt F.P.A. E0102-VR: Exploring the scientific potential of Virtual Reality for observational astrophysics. Astronomy and Computing, 2020, vol. 30, pp. 100352-100358. https://doi.org/10.1016/j.ascom.2019.100352

Tatiana A. Andreeva
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of Physics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU)
29, Polytechnicheskaya st., St. Petersburg, Russia, 195251
ORCID ID: 0000-0001-7280-2975
Phone: +7-812-552-77-90
Email: andreeva_ta@spbstu.ru

Alexander O. Kuptsov
Leading Developer, Industrial Stream Data Processing Systems Laboratory, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU)
29, Polytechnicheskaya st., St. Petersburg, Russia, 195251
Phone: +7-921-348-41-82
Email: kuptsov_ao@spbstu.ru

Alexander Ya. Lukin
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, professor, Department of Physics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU)
29, Polytechnicheskaya st., St. Petersburg, Russia, 195251
ORCID ID: 0000-0002-8479-1836
Phone: +7-812-552-77-90
Email: lukin_aya@spbstu.ru

Tatiana A. Tihonova
Master Student, Department of Physics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU)
29, Polytechnicheskaya st., St. Petersburg, Russia, 195251
Phone: +7-812-552-77-90
Email: tihonova_ta@spbstu.ru

УДК 004.9:37.018.4

В.В. Кручинин, М.Ю. Перминова

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕЛЕГРАМ-БОТОВ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО КУРСУ ИНФОРМАТИКИ

Рассматривается применение телеграм-бота для индивидуализации обучения студентов по курсу «Информатика» через генерацию персональных заданий на основе фракталов. Описаны функциональные возможности бота, методика интеграции в образовательный процесс.

Ключевые слова: телеграм-бот, индивидуализация, образовательная траектория, информатика, фракталы, программирование, адаптивное обучение.

Введение

Современный этап развития высшего образования характеризуется активной интеграцией цифровых технологий в образовательный процесс, что открывает новые возможности для его модернизации и повышения эффективности. Одной из ключевых тенденций является переход к персонализированному обучению, учитывающему индивидуальные потребности, темп и уровень подготовки каждого студента. В этом контексте особую актуальность приобретают инструменты, позволяющие гибко адаптировать образовательную траекторию и обеспечить непрерывное взаимодействие преподавателя и обучающегося. В рамках дисциплин, связанных с информатикой и программированием, задача индивидуализации стоит особенно остро, поскольку исходный уровень знаний студентов может существенно различаться. Традиционные формы организации практических занятий и самостоятельной работы зачастую не позволяют в полной мере учесть эти различия, что снижает мотивацию и результативность обучения. Перспективным направлением решения данной проблемы является использование чат-ботов в мессенджерах, в частности в Telegram. Широкая распространенность этого средства коммуникации среди студенческой аудитории, его доступность и интерактивность создают благоприятные условия для внедрения в образовательный процесс. Телеграм-боты могут выступать не только как инструмент для оперативного информирования, но и как полноценная платформа для выдачи индивидуальных заданий, организации самоконтроля и предоставления учебных материалов в дозированной форме. В связи с этим была поставлена цель – разработка и апробация телеграм-бота как средства индивидуализации образовательной траектории обучающихся по курсу «Информатика».

Обзор литературы

Анализ современных образовательных тенденций показывает устойчивый рост интереса к использованию чат-ботов в высшем образовании. В [1–3] рассматривается использование чат-ботов для автоматизации предоставления справочной информации абитуриентам, мотивации студентов и помощи учителям в школьном образовании. Эти исследования подтверждают эффективность ботов как инструмента оперативной коммуникации, однако их образовательный потенциал раскрыт недостаточно полно.

Более специализированные исследования демонстрируют применение чат-ботов в конкретных предметных областях: при подготовке к ЕГЭ [4], для обучения географии [5], математике [6], иностранным [7] и русскому языкам. В контексте курса информатики следует отметить исследования по применению чат-ботов для изучения темы «Работа с табличными процессорами» и организацию диалогов по циклам в языке Python. Однако эти разработки ориентированы преимущественно на школьный уровень.

Анализ преимуществ телеграм-ботов для обучения позволяет выделить их ключевые дидактические возможности: доступность, высокую скорость получения учебной информации, дозированное представление учебного контента, индивидуализацию обучения, накопление истории учебной деятельности и оперативный контроль.

Несмотря на имеющиеся разработки, остается недостаточно исследованной проблема использования телеграм-ботов с целью индивидуализации образовательной траектории в курсе информатики для студентов высших учебных заведений. Существующие решения чаще всего ограничиваются тестированием или предоставлением справочной информации, не предлагая комплексной методики интеграции в образовательный процесс для формирования профессиональных компетенций.

Таким образом, проведенный анализ подтверждает актуальность разработки специализированного телеграм-бота, ориентированного на поддержку практической и самостоятельной работы студентов по курсу «Информатика» с возможностью генерации индивидуальных заданий и организации непрерывного контроля учебных достижений.

Описание телеграм-бота и его апробация

Разработанный телеграм-бот @krucreatebot основан на принципах адаптивного обучения и индивиду-

ализации образовательной траектории. Он обладает следующим функционалом:

1) генерация изображений фракталов на основе математического аппарата композит – установка номера уравнения фрактала, его порядка и номера дополнительной функции с помощью команды /pars (например, */pars num=24 ord=3 nfu=5*);

2) навигация по базе фракталов – команды */nump, /numm, /ordp, /ordm, /nfup, /nfum*;

3) предоставление детального математического описания текущего фрактала – команда */math*;

4) получение изображения фракталов в инвертированном и цветном форматах – команды */inv u /col*;

5) композиция и умножение фракталов – команды */com u /mul*.

Внедрение телеграм-бота в образовательный процесс осуществлялось по следующей методике. На подготовительном этапе студентам предлагалось установить мессенджер Telegram на свои устройства, был проведен инструктаж по использованию бота. На практических занятиях студенты получили индивидуальные задания по программированию фракталов, используя бот, затем с помощью команд бота получили математическое описание фрактала и эталонное изображение. Далее студенты выполнили задания, которые включали в себя написание программы на Python с использованием рекуррентных формул и библиотеки Pillow для визуализации, проверили корректность выполнения задания, сравнивая полученное изображение с эталоном из бота и написали отчет.

Также бот использовался для организации самостоятельной работы: выдача творческих заданий, включающих исследование свойств фракталов, модификацию параметров и разработку алгоритмов, самоконтроль и получение дополнительных учебных материалов.

В рамках методики были подготовлены следующие типы заданий:

✓ задания на программирование – разработка алгоритмов и программ для построения фракталов на основе полученных математических описаний;

✓ творческие задания – исследование изменения фракталов при варьировании параметров, разработка программ для классификации фракталов, создание баз фракталов для моделирования реальных объектов;

✓ задания исследовательского характера – изучение свойств фракталов, анализ взаимосвязей между различными типами фракталов, разработка методов оптимизации алгоритмов построения фракталов.

Также были разработаны учебно-методические материалы:

✓ Фракталы для целых последовательностей. Методические указания по организации практических занятий и самостоятельной работы по информатике и программированию. Томск: ТУСУР, 2025. 453 с. (авторы: Кручинин В.В., Кручинин Д.В., Перминова М.Ю.);

✓ база данных, содержащая изображения 2000 фракталов.

Заключение

Проведенное исследование и апробация разработанного телеграм-бота подтверждают, что его использование позволяет:

– реализовать принципы адаптивного и персонализированного обучения;

– повысить мотивацию и вовлеченность студентов за счет интерактивности и наглядности (визуализация фракталов);

– организовать практическую и самостоятельную работу студентов с возможностью мгновенного самоконтроля;

– формировать прочные навыки алгоритмического мышления и программирования на основе работы с рекуррентными последовательностями.

Апробация методики в образовательном процессе ТУСУРа и положительные отзывы студентов демонстрируют практическую значимость и востребованность предложенного подхода. Перспективы работы видятся в масштабировании разработанного решения на другие дисциплины, интеграции с университетской системой управления обучением и обогащении функционала за счет технологий искусственного интеллекта для создания персональных образовательных траекторий, перенос данного бота на другие платформы.

Литература

1. Юсупова Д.Р., Салтанаева Е.А. Использование чат-ботов для автоматизации предоставления справочной информации абитуриентам // Информационные технологии в образовании. 2023. № 6. С. 352–355.

2. Тищенко А.А. Разработка чат-бота в качестве виртуального помощника для мотивации студентов к получению профессии // Эргодизайн. 2021. № 2(12). С. 140–144. DOI 10.30987/2658-4026-2021-2-140-144.

3. Тупицына Е.Ю. Использование мобильных приложений и чат-ботов при подготовке к ЕГЭ // Опорный образовательный центр : учеб. пособие: сборник кейсов за 2021 год по развитию цифровых компетенций обучающихся по программам среднего профессионального и высшего образования. Казань: Университет Иннополис, 2021. Т. 2. С. 263–266.

4. Обучающая система на основе чат-бота / М.А. Георгиева [и др.] // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Сер. Естественные и технические науки. 2022. № 8. С. 68–73.

5. Арсентьева А.В. Применение чат-ботов при обучении русскому языку в средней школе // Материалы Научной сессии : сб. материалов Научной сессии института филологии и межкультурной коммуникации Волгоградского государственного университета, Волгоград, 24–28 апреля 2023 года. Волгоград: Волгоградский государственный университет, 2023. С. 373–378.

6. Самохвалова Е.А. Применение чат-бота с элементами искусственного интеллекта для изучения темы «Работа с

табличными процессорами» // Информатика в школе. 2024. Т. 23, № 1. С. 60–69. DOI 10.32517/2221-1993-2024-23-1-60-69.

7. Иванова А.Д., Иванов Д.Д. Применение чат-ботов в школьном курсе информатики // Информационно-вычислительные технологии и их приложения : сб. ст. XXVIII Междунар. науч.-техн. конф., Пенза, 26–27 августа 2024 года. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. С. 99–104.

Кручинин Владимир Викторович
Д-р техн. наук, проф. каф. технологий электронного обучения 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 (382-2) 70-15-52 (стационарный)
Эл. почта: kru@2i.tusur.ru

Перминова Мария Юрьевна
Канд. техн. наук, доцент каф. ТЭО ФДО ИИ ТУСУРа
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID ID: 0000-0001-8359-7567
Тел.: +7 (382-2) 70-15-52 (стационарный)
Эл. почта: pmy@fdo.tusur.ru

V.V. Kruchinin, M.Yu. Perminova

Use of Telegram Bots for Students' Individualized Educational Trajectory within 'Computer Science' Course

The use of Telegram bots to individualize the students' training in 'Computer Science' course through the generation of individual assignments based on fractals is considered. Their functional capabilities, the methodology for their integration into the educational process, and the results of their testing are presented.
Keywords: Telegram bot, individualization, educational trajectory, computer science, fractals, programming, adaptive learning.

References

1. Yusupova D. R., Saltanaeva E. A. [Using chatbots to automate the provision of reference information for applicants]. Information Technologies in Education, 2023, no. 6, pp. 352–355 (in Russ.).

2. Tishchenko A. A. [Development of a chatbot as a virtual assistant for motivating students to acquire a profession]. Ergodesign, 2021, no. 2(12), pp. 140-144 (in Russ.). DOI 10.30987/2658-4026-2021-2-140-144.

3. Tupitsyna E. Yu. Ispol'zovanie mobil'nykh prilozheniy i chat-botov pri podgotovke k EGE [The use of mobile applications and chatbots in preparation for the Unified State Exam]. Support Educational Center. Textbook: a Collection of Cases for 2021 on the Development of Digital Competencies of Students in Secondary Vocational and Higher Education Programs]. Kazan, Innopolis University Publ., 2021, vol. 2, pp. 263–266 (in Russ.).

4. Georgieva M. A., Georgieva, I. A., Arvanova, S. M., et al. [A learning system based on a chatbot]. Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Natural and Technical Sciences, 2022, no. 8, pp. 68–73 (in Russ.).

5. Arsenteva A. V. Primenenie chat-botov pri obuchenii russkomu yazyku v sredney shkole [The use of chatbots in teaching Russian in secondary school]. Materialy Nauchnoy Sessii: Sbornik materialov Nauchnoy sessii instituta filologii i mezhkul'turnoy kommunikatsii, [Proceedings of the Scientific Session. Proc. of the Scientific Session of the Institute of Philology and Intercultural Communication]. Volgograd, Volgograd State University Publ., 2013. Pp. 373–378 9in Russ.).

6. Samokhvalova E. A. [Using a chatbot with elements of artificial intelligence to study the topic 'Working with spreadsheets']. Computer Science at School, 2024, vol. 23, no. 1, pp. 60–69 (in Russ.). DOI 10.32517/2221-1993-2024-23-1-60-69.

7. Ivanova A. D., Ivanov, D. D. (2024). Primenenie chat-botov v shkol'nom kurse informatiki [The use of chatbots in the school computer science course]. Informatsionno-vychislitel'nye tekhnologii i ikh prilozheniya: sbornik statey XXVIII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii [Information and Computing Technologies and Their Applications. Collection of Articles of the XXVIII International Scientific and Technical Conference]. Penza, Penza State Agrarian University Publ., 2024. Pp. 99–104 (in Russ.).

Vladimir V. Kruchinin
Doctor of Engineering Sciences, professor, Department of E-Learning Technologies, Faculty of Distance Learning, Institute of Innovations, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
40, Lenin pr., 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
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 70-15-52
Email: pmy@fdo.tusur.ru

УДК 378.4

О.Ю. Исакова, Ю.С. Красноухова

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕТОДИСТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ КУРСОВ

На основе анализа функциональных обязанностей выделены ключевые категории задач методиста: комплексная проверка материалов, адаптация контента к требованиям дистанционной технологии обучения, сопровождение учебного процесса. Приведены задачи, подлежащие делегированию нейросетевым моделям. Особое внимание уделено методологическим рискам интеграции искусственного интеллекта, включая необходимость контроля качества материалов автором курса, обеспечение фактологической достоверности и этические аспекты. Предложены практические рекомендации по построению гибридной (человеко-машинной) модели организации работы методиста. Подчеркивается важность формирования у методистов компетенций ИИ-грамотности для эффективного управления автоматизированными процессами.

Ключевые слова: искусственный интеллект, электронный курс, методическая работа.

Постановка проблемы

В настоящее время происходит активное внедрение искусственного интеллекта (ИИ) во все сферы жизни общества, в том числе в образовательный процесс. В научной среде за последние годы появилось значительное количество публикаций, рассматривающих вопросы автоматизации рутинных задач в образовательной среде с помощью технологий ИИ [1, 2], задачи персонализации и адаптивности обучения [3], создание учебных и контрольно-измерительных материалов [2, 4, 5], правовые и этические аспекты использования ИИ в учебных процессах [6, 7].

В условиях широкого распространения технологий ИИ в образовательном процессе актуальным становится вопрос об их использовании для создания учебно-методических материалов в процессе работы методиста. Применение таких технологий обусловлено рядом факторов.

Во-первых, на факультете дистанционного обучения (ФДО) ТУСУРа ежегодно разрабатывается 50–70 электронных курсов (ЭК) для различных направлений подготовки. В условиях высокой загруженности методистов ИИ может помочь автоматизировать рутинные задачи, позволяя освободить время для творческой и аналитической работы и повышая общую эффективность образовательного процесса, а также качество образовательных продуктов.

Во-вторых, интеграция ИИ в образовательный процесс отвечает вызовам современного мира знаний, где образование становится непрерывным и динамичным процессом, реализация которого требует новых подходов. Кроме того, использование технологий ИИ включается в процесс развития цифровой образовательной среды в образовательных организациях (согласно Федеральному проекту «Цифровая образовательная среда). В этом контексте применение технологий ИИ помогает методистам представлять учебные материалы в более привлекательном, интерактивном виде, адаптировать их для студентов разных возрастов и направлений подготовки.

Процесс разработки электронных курсов на ФДО предполагает выполнение методистом широкого спектра функций. Во-первых, при разработке ЭК методист осуществляет функции менеджера проекта: координирует деятельность всех участников создания ЭК – авторов (преподавателей), корректора, верстальщиков; фиксирует в системе электронного документооборота все этапы и договоренности; контролирует сроки выполнения запланированных работ по разработке электронного курса; проводит экспертную оценку готовых ЭК. Во-вторых, основная и самая трудозатратная часть работы методиста – это помощь преподавателю при проектировании структуры ЭК, комплексный анализ материалов (учебных и учебно-методических пособий, методических указаний, тестовых заданий, слайд-презентаций), включающий в себя проверку на соответствие инструкциям, принятым на ФДО; фактологическую проверку, проверку логичности изложения, структурной и композиционной целостности, уточнение актуальности и достоверности приведенной информации.

Проблемы и ограничения традиционной организации работы методиста

Значительная часть работы методиста прежде всего связана с повторяющимися операциями – проверкой, оформлением и согласованием правок, передачей материалов участникам рабочего процесса. Кроме того, как правило, методист работает одновременно над несколькими курсами, что существенно снижает возможность погружения в предметную область.

Вдобавок полностью ручная проверка учебных материалов увеличивает риск возникновения ошибок,

обусловленных человеческим фактором, и замедляет процесс разработки электронных курсов.

В современных условиях развития цифровых технологий и их активного внедрения в образовательный процесс для ускорения и упрощения методической работы можно использовать разнообразные сервисы на основе ИИ. Однако при использовании таких технологий важно организовать контроль качества задач, выполняемых нейросетевыми сервисами, и соблюдать этические аспекты их использования. Это требует пересмотра организации работы методиста и, следовательно, формирования новых компетенций, связанных как с практическими, так и с этическими и правовыми аспектами применения технологий ИИ.

Задачи, подлежащие делегированию нейросетевым моделям

Приведем примерный перечень задач методиста в процессе разработки электронных курсов, которые можно решать с применением технологий ИИ. Сформированный перечень задач обусловлен спецификой работы методиста учебно-методического отдела ФДО. Заметим, что использование нейросетевых инструментов не заменяет работу методиста по проверке и согласованию учебных материалов, но является первым этапом, облегчающим дальнейшую работу.

1. *Анализ плана (структуры) электронного курса*. Методист согласует с автором курса (преподавателем) структуру ЭК. На этом этапе с помощью инструментов ИИ можно оценить, насколько полно представленная структура курса отображает содержание дисциплины, соответствует ли она ступени образования студентов, в какой мере соотносится с содержанием рабочей программы, указанной трудоемкостью и компетенциями.

2. *Автоматизация проверки учебных материалов*. На первом этапе проверки сервисы на основе ИИ могут оценить актуальность предоставленных автором материалов, выявить фактические ошибки в текстах, предложить стилистические правки. Также можно сгенерировать детализированные отчеты с предложениями по доработке, что значительно ускоряет первичную экспертизу и освобождает время для глубокого содержательного анализа учебных материалов.

3. *Преобразование учебных материалов*. Нейросети для генерации изображений, видео- и аудиоконтента могут помочь быстро создавать или адаптировать визуальные и аудиоматериалы для электронных курсов. В рамках этой задачи с помощью инструментов ИИ можно готовить транскрибации записей лекций и вебинаров, создавать тайм-коды для записей. На основе предоставленного преподавателем текстового материала можно создавать презентации к вебинарам или видеолекциям, инфографику и смысловые иллюстрации.

4. *Генерация и оценка тестовых и письменных заданий*. С помощью генеративных ИИ на основе исходных материалов преподавателя и в соответствии с инструкциями, принятыми на ФДО, можно создавать контрольные материалы различных типов: как тестовые задания, так и задания для лабораторных, контрольных и курсовых работ, требующие развернутых ответов.

Вопрос генерации тестовых заданий актуален прежде всего для заданий фасетного типа, в которых нужно предусмотреть вариативность. Также нейросетевые сервисы дают возможность сгенерировать тестовые задания различного уровня сложности и различных типов (задания на установление соответствия, последовательности, на ввод ответа и т. д). Для уже готовых тестовых заданий с помощью нейросетей допустимо сформировать кодификатор на основе учебных материалов ЭК по дисциплине и проверить соответствие тестовых заданий и учебных материалов. Кроме того, можно оценить готовые задания, выявив возможный дисбаланс между количеством тем в учебном пособии и количеством тестовых заданий по этим темам, распределить задания по уровням таксономии Блума.

На основе предоставленных преподавателем учебных материалов возможна генерация заданий для практических занятий, контрольных, лабораторных и курсовых работ с учетом предметной области и принятых на ФДО требований, увеличение количества вариантов представленных заданий, а также формулирование инструкций по выполнению заданий, критериев оценивания для студентов.

Некоторые инструменты поддерживают функции генерации заданий с защитой от применения технологий ИИ. Использование подобных технологий позволит создавать задания, которые нельзя выполнить, просто загрузив условие в нейросеть.

Особенности применения технологий искусственного интеллекта

Контроль качества результатов. Использование технологий ИИ для автоматизации работы методиста связано с необходимостью постоянного контроля качества сгенерированных материалов. Автоматизированные системы не всегда способны правильно интерпретировать запросы, учебные материалы и образовательный контекст, что может привести к ошибкам. Кроме того, нейросети склонны к «галлюцинациям» – генерации правдоподобных, но фактически неверных сведений. Поэтому методист должен проводить систематическую проверку сгенерированных материалов на фактологическую точность, научную достоверность, корректировать результаты работы ИИ. Важным в этом контексте является принцип human-in-the-loop, предполагающий проверку и корректировку человеком тех результатов, которые получила ИИ-модель. Все решения, предложенные ИИ, должны проходить финальную экспертную проверку со стороны методиста и преподавателя – автора кур-

са. Полная автоматизация критически важных этапов недопустима, поскольку ИИ не обладает пониманием образовательного контекста и способностью к этической оценке.

Вопросы оригинальности и авторских прав. При использовании сервисов на основе ИИ методист всегда должен согласовывать полученные результаты с автором курса (преподавателем), любой контент может создаваться с помощью нейросетей только с согласия автора. Все сгенерированные материалы всегда должны проверяться на наличие неправомерных заимствований.

Этические вопросы и ответственность. Внедрение технологий ИИ в сферу образования поднимает ряд этических проблем: это проблемы защиты персональных данных студентов и преподавателей, предотвращение предвзятости систем ИИ, которые могут повторять и транслировать социальные и культурные стереотипы.

Необходимость надлежащей профессиональной подготовки методистов. Для эффективного применения в работе технологий ИИ методисты должны обладать определенными профессиональными компетенциями: теоретическими знаниями о работе с ИИ-инструментами, пониманием их возможностей и ограничений, а также навыками интеграции технологий в свою деятельность. Наиболее важные навыки: формулировать эффективные промпты (prompt engineering), интерпретировать выводы моделей, выявлять системные ошибки и предвзятость алгоритмов, оценивать качество и безопасность используемых инструментов.

Без необходимой подготовки риск неправильного использования ИИ значительно возрастает, что сокращает его пользу для образования. Оптимальный подход к использованию технологий ИИ основан на гибридной модели, при которой нейросети поддерживают традиционные методы работы. Например, методист использует сервисы на основе ИИ для оценки и генерации учебного контента, редактирует полученные материалы и адаптирует их, учитывая требования ФДО, и согласовывает с автором.

Ограничения использования нейросетей

Ограниченный объем оперативной (рабочей) памяти. Нейросети не имеют встроенного механизма для сохранения в долгосрочной памяти. Из-за этого при каждом новом обращении требуется заново задавать контекст, загружать инструкции и создавать системные промпты. Подготовка рабочего пространства требует времени, при этом результат слабо предсказуем: при одних и тех же вводных данных итог может существенно отличаться.

Безопасность и конфиденциальность. Для обеспечения безопасности данных необходима закрытая система, так как часть учебных материалов, используемых в образовательном процессе, может содержать информацию с ограниченным доступом, предназначенную только для внутреннего использования. Соответственно, такие материалы нельзя загружать в сторонние сетевые сервисы и, следовательно, преобразовывать с помощью сервисов на основе ИИ.

Многообразие сервисов, выполняющих разные задачи. Существует значительное количество нейросетевых инструментов, каждый из которых хорошо решает конкретную задачу (например, отдельно решаются задачи создания текстов, презентаций, иллюстраций). Для эффективной работы требуется комплексное использование ряда инструментов, переключение между которыми усложняет процесс работы.

Ограничения на использование некоторых инструментов. В настоящее время затруднена интеграция некоторых зарубежных ИИ-сервисов в образовательный процесс в России, что существенно сужает выбор инструментов. Однако в настоящее время в рамках Национальной стратегии развития искусственного интеллекта активно внедряются собственные разработки в сфере ИИ, увеличивается конкурентоспособность национальных технологических решений в области использования нейросетей.

Заключение

Использование методистом сервисов на основе ИИ в процессе разработки электронных курсов при необходимой подготовке упрощает и частично автоматизирует данную процедуру, повышает эффективность рабочего процесса и качество итоговых образовательных продуктов. Однако успешное внедрение технологий ИИ в методическую работу представляет собой комплексный процесс, требующий предварительной подготовки и ответственного подхода. На первом этапе необходимо обеспечить профессиональную подготовку методистов для корректного и эффективного использования новых инструментов. В процессе работы с сервисами на основе ИИ нужно учитывать этические и правовые аспекты, требования к соблюдению информационной безопасности и конфиденциальности, обеспечивать контроль качества материалов, создаваемых с помощью нейросетей. Необходимо соблюдать баланс между использованием традиционных педагогических подходов и современными ИИ-технологиями, чтобы сделать образовательный и рабочий процессы максимально эффективными.

Таким образом, искусственный интеллект становится полезным помощником методиста. Использование в работе технологий ИИ, в том числе автоматизация некоторых операций и увеличение скорости их выполнения, дает возможность сфокусироваться на креативной и аналитической работе, позволяет улучшить качество электронных курсов и адаптировать образовательный процесс под потребности каждого обучающегося. Дальнейшее развитие технологий и их интеграция в высшее образование открывают большие

возможности для трансформации образовательного процесса.

Литература

1. Водяненко Г.Р. Возможности использования сервисов с искусственным интеллектом в работе педагога // Вестн. ПГГПУ. Сер. Информационные компьютерные технологии в образовании. 2023. № 19. С. 111–118.

2. Андреева А.А., Тучкевич Е.И. Три задачи преподавателя высшей школы, решаемых с помощью ИИ // Kant. 2024. № 3 (52). С. 274–276.

3. Алексеева Л.Л. Искусственный интеллект в образовании: современные аспекты регулирования и научного поиска // Гуманитарное пространство. 2024. Т. 13, № 7. С. 535–545.

4. Курганова Н.А., Лапчик Е.С. Приемы разработки учебных заданий педагогами высшей школы с помощью нейросети // Проблемы современного педагогического образования. 2024. № 85-3. С. 187–190.

5. Тютюникова И.В. Создание образовательных материалов с применением цифровой образовательной среды и искусственного интеллекта для повышения качества образования: опыт методиста // Вестн. Пермского гос. гуманитарно-педагогического ун-та. Сер. Информационные компьютерные технологии в образовании. 2024. № 20. С. 105–112.

6. Емелина Л.А., Яворский С.А. Правовой статус искусственного интеллекта в системе российского образования // Вестн. МГПУ. Сер. Юридические науки. 2025. № 1 (57). С. 68–76.

7. Анюшенкова О.Н. Правовые аспекты использования искусственного интеллекта в образовании // Мир науки, культуры, образования. 2025. № 2 (111). С. 25–27.

Исакова Ольга Юрьевна
Начальник учебно-методического отдела факультета дистанционного обучения Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID ID: 0000-0002-2500-859X
Тел.: +7 (382-2) 70-15-53
Эл. почта: ioy@2i.tusur.ru

Красноухова Юлия Сергеевна
Методист учебно-методического отдела факультета дистанционного обучения Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID ID: 0000-0003-2575-2033
Тел.: +7 (3822) 70-15-53
Эл. почта: ysk@2i.tusur.ru

O.Yu. Isakova, Yu.S. Krasnouhova

Application of Artificial Intelligence in a Methodologist Professional Activity in Developing Electronic Educational Courses

Based on the analysis of functional responsibilities, the key categories of the methodologist tasks are identified. They are comprehensive verification of materials, content adaptation to the requirements of distance learning technology, and the educational process support. The tasks to be delegated to neural network models are given. Special attention is paid to the methodological risks of artificial intelligence (AI) integration, including the need for authors' materials quality control, ensuring factual reliability and ethical aspects. Practical recommendations on the construction of a hybrid (human-machine) model of the methodologist's work organization are proposed. The importance of developing AI literacy competencies among methodologists for effective management of automated processes is emphasized.
Keywords: artificial intelligence, e-course, methodical work.

References

1. Vodyanenko G.R. [The possibilities of using artificial intelligence services in the work of a teacher]. Bulletin of the Perm State Humanitarian Pedagogical University. Series: Information Computer Technologies in Education, 2023, no. 19, pp. 111–118 (in Russ.).

2. Andreeva A.A., Tuchkevich E.I. [Three tasks of a high school teacher solved with the help of AI]. Kant, 2024, no. 3 (52), pp. 274–276 (in Russ.).

3. Alekseeva L.L. [Artificial Intelligence in Education: Modern Aspects of Regulation and Scientific Research]. Humanity Space, 2024, vol. 13, no. 7, pp. 535–545 (in Russ.).

4. Kurganova N.A., Lapchik E.S. [Techniques for developing educational assignments by higher school teachers using a neural network]. Problems of Modern Pedagogical Education, 2024, no. 85-3, pp. 187–190 (in Russ.).

5. Tyutyunikova I.V. [Creation of educational materials using digital educational environment and artificial intelligence to improve the quality of education: experience of a methodologist]. Bulletin of the Perm State Humanitarian Pedagogical University. Series: Information Computer Technologies in Education, 2024, no. 20, pp. 105–112 (in Russ.).

6. Emelina L.A., Yavorskij S.A. [The legal status of artificial intelligence in the system of russian education]. MCU Journal of Legal Sciences, 2025, no. 1 (57), pp. 68–76 (in Russ.).

7. Anyushenkova O.N. [Legal aspects of the use of artificial intelligence in education]. The world of Science, Culture and Education, 2025, no. 2 (111), pp. 25–27 9in Russ.).

Olga Yu. Isakova
Head of Educational and Methodological Department, Faculty of Distance Learning, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID ID: 0000-0002-2500-859X
Phone: +7 (382-2) 70-15-53
Email: ioy@2i.tusur.ru

Yuliya S. Krasnouhova
Methodologist, Educational and Methodological Department, Faculty of Distance Learning, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID ID: 0000-0003-2575-2033
Phone: +7 (382-2) 70-15-53
Email: ysk@2i.tusur.ru

УДК 37.018.43:004.8

А.В. Гураков

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рассматривается применение искусственного интеллекта, в частности больших языковых моделей, для разработки учебных материалов. Автор объясняет принципы эффективного взаимодействия с ИИ через работу с промптами и представляет модель GAIDE как практический инструмент для поэтапного создания образовательных курсов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, большая языковая модель, генеративные модели, ИИ в образовании.

Введение

Искусственный интеллект (ИИ) стал повседневной реальностью, интегрированной в рутинные операции от голосового поиска до автоматизированной поддержки. За последнее десятилетие технологии ИИ прочно вошли в повседневную жизнь каждого человека.

В этой статье мы рассмотрим, что такое искусственный интеллект, как он развивался на протяжении десятилетий, какие модели и технологии лежат в его основе, а также какие возможности и вызовы он открывает перед обществом. Понимание принципов работы ИИ и умение эффективно взаимодействовать с этими системами становится важным навыком в эпоху цифровых трансформаций.

Что такое искусственный интеллект?

Искусственный интеллект – это компьютерная система, способная выполнять задачи, для которых раньше требовался человеческий интеллект. Это не единая технология, а обширная экосистема различных подходов, созданных для решения специфических задач. Они кардинально различаются по своей архитектуре и принципам работы. Среди них можно выделить экспертные системы, которые имитируют логику рассуждений человека-эксперта в узкой предметной области, например для диагностики неисправностей технических устройств или постановки медицинского диагноза.

Более современный и гибкий подход – машинное обучение (Machine Learning), которое вместо жестких правил использует статистические методы для выявления закономерностей в данных и последующего прогнозирования. Его наиболее мощным подразделом является глубокое обучение (Deep Learning), основанное на многослойных нейронных сетях. Именно этот подход лежит в основе последних прорывов в таких областях, как компьютерное зрение, распознавание речи и генеративный ИИ.

Особо хотелось бы выделить большие языковые модели (LLM). Эти модели специализируются на понимании и генерации человеческого языка, демонстрируя впечатляющие способности в ведении диалога, при написании текстов и решении языковых задач.

Большая языковая модель (LLM, Large language model) – это тип программы искусственного интеллекта, которая может распознавать и генерировать текст. Большие языковые модели чаще всего применяют в качестве генеративного ИИ. В этом случае модели задают вопрос, а она генерирует в ответ текст.

Достоинства LLM

✓ Понимание и генерация текста: они могут писать статьи, выполнять переводы, отвечать на сложные вопросы и поддерживать беседу, что делает их невероятно полезными для автоматизации работы с текстом;

✓ универсальность: одну LLM можно использовать для множества различных задач и пользователей;

✓ взаимодействие с системами: LLM можно научить вызывать другие программы и API, выступая «переводчиком» между человеческой речью и языком компьютеров;

✓ эффективность: LLM могут экономить время сотрудников, автоматизируя рутинные задачи;

✓ расширяемость и адаптивность: дополнительное обучение базовой LLM поможет создать точно настроенную модель для конкретных потребностей.

Недостатки и риски LLM

✓ Галлюцинации: LLM могут с полной уверенностью генерировать ложную или выдуманную информацию;

✓ отсутствие понимания и рассуждений: они не мыслят как люди, а лишь предсказывают следующее слово в последовательности на основе статистики;

✓ сложность тестирования: проверить достоверность сложного текста, сгенерированного ИИ, труднее, чем проверить, например, результат математического расчета;

✓ зависимость от данных: их знания и «поведение» зависят от данных для обучения, которые могут содержать человеческие предубеждения.

Выбор LLM

Несмотря на довольно короткую историю, сегодня существует множество ИИ-систем, доступных рядо-

вому пользователю. Поэтому закономерно возникает вопрос: какой именно ИИ выбрать?

На начальном этапе этого исследования был сформирован перечень ключевых критериев для первичного отбора и сравнительного анализа ИИ-систем. Основное внимание уделялось практическим параметрам, напрямую влияющим на возможность и удобство интеграции инструмента в процесс разработки учебных пособий. Были выделены следующие факторы:

1) свободный и беспрепятственный доступ – наличие полностью или условно бесплатного тарифного плана и возможность использования на территории РФ без необходимости применения VPN;

2) возможность анализа текста из файлов – способность модели загружать и обрабатывать текстовую информацию из распространенных форматов файлов (например, .docx, .pdf, .txt);

3) наличие дополнительных функций – потенциал инструмента выходит за рамки простого генератора текста. Учитывались такие возможности, как поиск информации в интернете в реальном времени, создание изображений, интеграция с другими сервисами и т.д.;

4) встроенный текстовый редактор/менеджер проектов – наличие специализированного интерфейса для организации работы над документами.

В результате был рассмотрен ряд ИИ, результаты исследования сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты исследования ИИ

ИИ		Доступ*	Файлы	Доп	Редактор
GigaChat	Сбер	C	+		+
DeepSeek	DeepSeek	C	+	+	
QuillBot		C	+	+	
ChatGPT	OpenAI	V	+	+	
Gemini	Google	C	-	+	
Grok	xAI	V	+	+	
Примечание. C – полностью свободный доступ на территории РФ; V – требует использования VPN или имеет географические ограничения					

После первичного отбора моделей по заданным критериям проводился их сравнительный анализ на основе практических заданий. На первом этапе всем выбранным языковым моделям было поручено написать небольшую главу на тему «Системы счисления». Все ИИ успешно справились с этой задачей, продемонстрировав схожий и ожидаемый уровень качества в генерации связного учебного текста. Это позволяет сделать вывод о том, что базовые задачи по созданию контента не являются проблемой для современных LLM.

Однако на втором этапе исследования, где требовалось проверить способность моделей к подбору научной литературы, были выявлены существенные различия. Наиболее надежные результаты показал QuillBot, который предоставил ссылки на реально существующие и релевантные теме источники. В то же время такие модели, как DeepSeek и GigaChat, продемонстрировали склонность к так называемым «галлюцинациям»: они сгенерировали полностью вымышленные библиографические описания, включая названия статей, авторов и ссылки. Таким образом, для задач, требующих высокой точности и проверки фактов, выбор конкретного ИИ-инструмента становится критически важным.

Разработка контента с использованием ИИ

Создание электронного курса – это комплексный процесс. Он включает в себя не только подготовку учебных материалов, но и продумывание практических заданий, организацию обратной связи для студентов и выстраивание общей логики и темпа обучения.

Чтобы ускорить этот процесс, сделать его более эффективным и структурированным, можно использовать искусственный интеллект. Подключать ИИ можно на любом этапе разработки или модернизации учебного курса. Например, использовать его только для подготовки контрольных заданий.

С другой стороны, можно разработать целиком весь курс от идеи и до реализации. Для этого допускается воспользоваться специальной моделью. Одна из таких моделей называется GAIDE (Generative AI for Instructional Development and Education) [2]. В основу этой модели положены идеи обратного педагогического дизайна, при котором сначала определяются конечные цели и результаты, а затем от них выстраивается вся остальная структура – от критериев оценки до учебных материалов и заданий.

В GAIDE на каждом этапе разработки добавляется помощь ИИ. Основная идея этой модели – итеративный, или циклический, подход. Это значит, что вы не просто один раз даете задание нейросети, а постоянно с ней взаимодействуете. Вот как это работает на практике: вы получаете от ИИ первоначальный черновик контента, затем внимательно его оцениваете, вносите свои правки и формулируете для нейросети более точные и улучшенные запросы. Этот цикл «запрос – оценка – уточнение» повторяется до тех пор, пока не получится именно тот результат, который полностью вас устроит. Таким образом, ИИ выступает в роли мощного помощника, а финальное решение и контроль над качеством всегда остаются за человеком.

На рисунке 1 приведена структурная схема модели GAIDE. Дадим более подробное описание каждого компонента схемы.

Рисунок 1 – Схема модели GAIDE

Шаг 1. Формулировка целей и результатов обучения

Фундаментальный этап, на котором закладывается основа всего курса. Преподаватель самостоятельно, без участия ИИ, определяет, что именно студенты должны знать, уметь и понимать после завершения обучения. Ключевая задача – сформулировать четкие и измеримые цели, которые станут ориентиром для всей последующей разработки контента. Это единственный шаг, который полностью выполняется человеком, так как требует глубокого понимания предмета, аудитории и педагогических задач. ИИ на этом этапе не используется, так как именно эксперт определяет стратегическое направление развития курса.

Шаг 2. Описание контекста

На этом этапе преподаватель начинает взаимодействие с искусственным интеллектом, предоставляя ему всю необходимую фоновую информацию. Контекст включает в себя роль, которую должен играть ИИ (например, «действуй как опытный преподаватель физики»), название дисциплины, ключевую тему и, что особенно важно, детальное описание целевой аудитории. Чем полнее и точнее будет описан контекст, тем более релевантным и качественным станет сгенерированный материал. Необходимо указать уровень начальной подготовки студентов, их курс, возрастные особенности и даже потенциальные пробелы в знаниях. Это позволяет «настроить» ИИ на работу в нужном ключе.

Шаг 3. Генерация учебных целей

Используя полученный контекст, искусственный интеллект переходит к генерации конкретных учебных целей. Преподаватель формулирует промпт, поручая модели создать список целей, используя профессиональную педагогическую терминологию, например глаголы из таксономии Блума. Это итеративный процесс, так как первые версии целей могут не полностью соответствовать замыслу преподавателя. Рекомендуется запрашивать у ИИ больше целей, чем это необходимо, чтобы иметь пространство для выбора и комбинирования. Затем эксперт анализирует предложенные варианты, отбирая наиболее удачные.

Шаг 4. Генерация чернового варианта

На основании утвержденных учебных целей искусственный интеллект приступает к созданию первоначального содержания. Весь черновой контент делится на две основные категории: теоретический материал (план или структура будущей лекции) и практический блок (перечень возможных заданий, упражнений и кейсов). Черновик лекции представляет собой скелет будущего материала – ключевые разделы и тезисы, которые раскрывают заявленную тему. Практический блок генерируется в виде списка идей и прототипов задач, из которых на следующих этапах будет произведен финальный отбор. Эти наброски еще не являются готовым продуктом.

Шаг 5. Доработка контента на макроуровне

После подготовки черновых вариантов преподаватель переходит к их комплексной оценке и корректировке.

Макродоработка – это взгляд на материал с высоты птичьего полета: оценивается общая структура, соответствие целям курса, баланс теории и практики,

а также адекватность уровня сложности для целевой аудитории. На этом этапе вносятся глобальные правки в план лекции: определяется ее продолжительность, необходимость вводных или заключительных активностей, выделяются ключевые подтемы и планируются интерактивные элементы (викторины, групповые обсуждения). Одновременно уточняется набор заданий: он должен быть разнообразным и проверять реальные навыки. Процесс макродоработки также итеративен.

Шаг 6. Доработка контента на микроуровне

Когда общая структура и содержание курса утверждены, наступает время тонкой настройки. Микродоработка фокусируется на отдельных компонентах материала: абзацах текста, формулировках задач, конкретных примерах и определениях. Преподаватель работает с контентом с ювелирной точностью. Промпты на этом этапе становятся максимально детализированными. Можно поручить ИИ переписать один неудачный абзац, упростить сложное объяснение, найти более яркую метафору или изменить тон повествования. Также здесь генерируются вспомогательные материалы: иллюстрации, схемы для презентаций и сценарии для видео.

Особая задача микродоработки – проверка и улучшение заданий. Можно попросить ИИ решить задачу «глазами студента», чтобы выявить возможные неоднозначности и распространенные ошибки. Такой скрупулезный процесс гарантирует, что финальный контент будет не только содержательным, но и педагогически безупречным.

Шаг 7. Объединение созданного контента

Разработка курса ведется сегментарно: лекции, задания и материалы создаются и дорабатываются по отдельности. Финальный этап – это сборка всех этих разрозненных элементов в единый, целостный и логичный учебный продукт. Преподаватель выступает в роли редактора и архитектора, обеспечивая связность и последовательность всего курса. Для эффективной сборки рекомендуется вести основной документ (например, в MS Word), куда последовательно вносятся все финальные версии материалов. Это позволяет наглядно видеть всю структуру, проверять логические переходы между темами и обеспечивать единство стиля и терминологии.

Заключение

Технологии искусственного интеллекта прочно вошли в нашу реальность, превратившись из предмета научной фантастики в инструмент, оказывающий значимое влияние на различные сферы деятельности. Особенно ярко это проявилось с появлением больших языковых моделей, которые совершили прорыв в человеко-машинном взаимодействии, позволив общаться с компьютером на обычном человеческом языке.

При этом для эффективного применения такого инструмента пользователю необходимы два ключевых навыка: умение четко формулировать задачи (промпты) и способность критически оценивать результаты. Необходимость в критическом подходе напрямую вытекает из фундаментальных ограничений ИИ, главным из которых является склонность к генерации недостоверной информации. Поэтому обязательным этапом работы является независимая проверка всех полученных от модели данных.

Литература

1. Использование искусственного интеллекта в образовательном процессе высшей школы / А.М. Гельфанд [и др.] // Эргодизайн. 2025. № 1. С. 3–13.

2. Dickey E., Bejarano A. GAIDE: A Framework for Using Generative AI to Assist in Course Content Development // IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). Washington, DC, USA, 2024. P. 1–9. DOI 10.1109/FIE61694.2024.10893132.

Гураков Алексей Валерьевич
Ст. преподаватель кафедры технологий электронного обучения Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (38-22) 70-17-44 (стационарный)
Эл. почта: gav@fdo.tusur.ru

A.V. Gurakov

Use of Artificial Intelligence for Creation and Modernization of Educational Materials

The article is devoted to the use of artificial intelligence (AI), particularly large language models, for developing educational materials. The author explains the principles of effective interaction with AI through prompt engineering and presents the GAIDE model as a practical tool for the step-by-step creation of educational courses.

Keywords: artificial intelligence, large language model, generative models, AI in education.

References

1. Gelfand A. M., Golubeva G. F., Kazakov Yu. M., Logvinov D. V., [Savkin S. S. Use of artificial intelligence in the educational process of higher education]. Ergodesign, 2025, no. 1, pp. 3-13 (in Russ.).

2. Dickey E., Bejarano A., "GAIDE: A Framework for Using Generative AI to Assist in Course Content Development," 2024 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), Washington, DC, USA, 2024, pp. 1-9. DOI: 10.1109/FIE61694.2024.10893132.

Alexey V. Gurakov
Senior Lecturer, Department of E-Learning Technologies, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 70-17-44
Email: gav@fdo.tusur.ru

УДК 372.862; 378.147

О.А. Доценко, А.А. Жуков, Г.Е. Кулешов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ MOODLE ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ ПО КУРСУ «ВИРТУАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ LABVIEW»

Представлен опыт использования системы управления обучением iDO ТГУ (Moodle) для организации курса «Виртуальные приборы LabVIEW». Показано, что электронный учебный курс обеспечивает эффективное методическое сопровождение дисциплины и интеграцию с программно-аппаратной платформой NI ELVIS II+. Использование системы Moodle способствует формированию практических навыков, повышает качество усвоения материала и успешное применение знаний в дальнейшем обучении.

Ключевые слова: LabVIEW, виртуальные приборы, система управления обучением, Moodle, электронный учебный курс, инженерное образование, NI ELVIS, междисциплинарные проекты.

Введение

Современное инженерное образование предъявляет высокие требования к практической подготовке специалистов, способных работать с комплексными системами сбора, обработки и анализа данных. Особую значимость в этом контексте приобретают дисциплины, связанные с автоматизацией измерений и визуальным программированием. Одним из ключевых инструментов в данной области является среда разработки LabVIEW, широко применяемая для создания виртуальных приборов и измерительных систем [1, 2]. Ее изучение позволяет студентам осваивать принципы работы с реальным измерительным оборудованием через программно-аппаратные платформы, такие как NI ELVIS II+ [3].

На радиофизическом факультете НИ ТГУ курс «Виртуальные приборы LabVIEW» занимает центральное место в ряду дисциплин, формирующих практические навыки будущих радиофизиков и инженеров. Традиционно его преподавание тесно связано с курсом «Датчики-преобразователи первичной информации», что находит отражение в организации междисциплинарных проектов, направленных на комплексное применение знаний [4].

Системы управления обучением (LMS), в частности Moodle, предоставляют мощный инструментарий для структурирования учебного материала, организации различных форм контроля и обеспечения взаимодействия между участниками образовательного процесса. Опыт использования электронных курсов в Moodle для поддержки технических дисциплин в ТГУ ранее был описан в ряде работ. Однако вопросы специфики построения и реализации такого курса именно для дисциплины «Виртуальные приборы LabVIEW», интегрирующей теоретические основы, программирование и работу с аппаратурой, требуют отдельного рассмотрения.

Целью данной статьи является обобщение опыта разработки и внедрения электронного учебного курса (ЭУК) в системе iDO ТГУ (MOODLE) для организации и проведения занятий по дисциплине «Виртуальные приборы LabVIEW».

Данная дисциплина изучается на радиофизическом факультете ТГУ студентами второго курса, обучающимися по специальности «Радиоэлектронные системы и комплексы». В рамках этого курса учащиеся осваивают среду визуального программирования LabVIEW. Основная цель обучения – получить базовые навыки работы в LabVIEW и научиться создавать в этой среде программы – виртуальные приборы (ВП), а также овладеть навыками применения ВП при работе с измерительной аппаратурой для автоматизации сбора и обработки данных при проведении физических экспериментов. По этой дисциплине предусмотрены лекции и практические занятия в компьютерном классе.

Электронные учебные курсы

Для организации и проведения лекций и практических занятий по дисциплине разработаны два ЭУК в среде электронного обучения iDO ТГУ (Moodle). Курс «Виртуальные приборы LabView 2курс (РФФ.С.1 сем.)» содержит информационные, методические и контрольные материалы по лекционной части изучаемой дисциплины, а ЭУК «Основы LabView. Практикум 2курс (РФФ.С.1 сем.)» включает аналогичные материалы по её практической части.

ЭУК «Виртуальные приборы LabView 2курс (РФФ.С.1 сем.)» содержит информацию по основам работы и программирования в LabVIEW, работе со структурами выбора и циклов, а также графическим возможностям и созданию подпрограмм в LabVIEW. В ЭУК размещено десять тестов по всем изучаемым темам дисциплины. Кроме этого, в электронном курсе предусмотрено выполнение студентами индивидуальных и групповых проектов, связанных с программированием различных датчиков.

В ходе выполнения практических занятий по дисциплине студенты создают ВП с использованием основных конструкций среды программирования

LabView, а также составляют программы для управления работой измерительного оборудования, сбора экспериментальных данных и их обработки. В качестве системы измерения и управления внешним оборудованием применяется комплект измерительных приборов NI ELVIS II+.

ЭУК «Основы LabView. Практикум 2курс (РФФ.С.1 сем.)», разработанный для организации самостоятельной работы студентов и проведения практических занятий по рассматриваемой дисциплине, состоит из набора тем (рисунок 1):

– вводное занятие.;
– введение в LabVIEW;
– структуры циклов и выбора;
– структуры данных и отладка ВП;
– построение графиков в LabVIEW;
– основы измерений и работа с измерительной аппаратурой.

Рисунок 1 – Фрагмент основной страницы ЭУК «Основы LabView. Практикум 2курс (РФФ.С.1 сем.)»

В этом ЭУК предусмотрено более десяти практических заданий и две контрольные работы, а также тесты по работе с измерительными приборами комплекта NI ELVIS II+.

Заключение

Опыт использования iDO ТГУ (Moodle) для курса «Виртуальные приборы LabVIEW» подтвердил эффективность этой платформы. Реализованный курс решает ключевую задачу современного инженерного образования, обеспечивая методическое сопровождение, которое связывает теоретические основы, визуальное программирование в LabVIEW и практическую работу с измерительным оборудованием. Использование возможностей iDO ТГУ (Moodle) для структурирования материалов, организации поэтапного освоения тем, различных форм контроля и обратной связи позволило создать единое образовательное пространство, которое поддерживает студентов как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Литература

1. Трэвис Д., Кринг Д. LabVIEW для всех: справ. М.: ДМК Пресс, 2015. 904 с.

2. Жуков А.А. Система программирования LabVIEW. Основы работы: учеб.-метод. пособие. Томск: Изд-во СТТ, 2020. 150 с.

3. Комплект виртуальных измерительных приборов для учебных лабораторий NI ELVIS II: Руководство пользователя. URL: https://nitec.nstu.ru/upload/lib/NI%20ELVIS%20II%20User%20Manual.pdf (дата обращения: 27.11.2025).

4. Кулешов Г.Е., Жуков А.А. Опыт организации междисциплинарных проектов при изучении дисциплин «Датчики-преобразователи первичной информации» и «Виртуальные приборы LabView» // Актуальные проблемы радиофизики: сб. тр. XI Междунар. науч.-практ. конф., г. Томск, 16–18 сентября 2025 г. Томск: Изд. дом ТГУ, 2025. С. 266–267.

Доценко Ольга Александровна
Канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент каф. радиоэлектроники Национального исследовательского Томского государственного университета (ТГУ)
Ленина пр-т., д. 36, г. Томск, Россия, 634050
Доцент каф. конструирования узлов и деталей радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID (0000-0001-9368-3629)
Тел.: +7 (382-2) 51-23-27 (стационарный)
Эл. почта: olga.a.dotsenko@tusur.ru

Жуков Андрей Александрович
Канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент каф. радиоэлектроники Национального исследовательского Томского государственного университета (ТГУ)
Ленина ул., д. 36, г. Томск, Россия, 634050
ORCID (0000-0001-6519-2988)
Тел.: +7 (382-2) 41-39-73
Эл. почта: gyk@mail.tsu.ru

Кулешов Григорий Евгеньевич
Канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент каф. радиоэлектроники Национального исследовательского Томского государственного университета (ТГУ)
Ленина ул., д. 36, г. Томск, Россия, 634050
ORCID (0000-0001-9625-7078)
Тел.: +7 (382-2) 41-39-73
Эл. почта: kge@mail.tsu.ru

O.A. Dotsenko, A.A. Zhukov, G.Ye. Kuleshov

Use of LMS Moodle in Organizing and Teaching the 'LabVIEW Virtual Instruments' Course

The experience of using TSU IDO learning management system (LMS) Moodle in organizing 'LabVIEW Virtual Instruments' course is presented. That the electronic training course provides effective methodological support for the discipline and integration with the NI ELVIS II+ software and hardware platform is demonstrated. That the use of LMS Moodle contributes to the formation of practical skills, the successful application of knowledge in further education as well as improves students' academic material assimilation quality is concluded.
Keywords: LabVIEW, virtual instruments, learning management system, MOODLE, electronic training course, engineering education, NI ELVIS, interdisciplinary projects.

References

1. Travis J. LabVIEW dlya vsekh: spravochnik [LabVIEW for Everyone: A Reference Guide]. Moscow, DMK Press Publ., 2015. 904 p. (in Russ.).

2. Zhukov A.A. Sistema programmirovaniya LabVIEW. Osnovy raboty: Uchebno-metodicheskoe posobie [LabVIEW Programming System. Fundamentals: Educational and Methodological Guide]. Tomsk, STT Publ., 2020. 150 p. (in Russ.).

3. Komplekt virtual'nykh izmeritel'nykh priborov dlya uchebnykh laboratoriy NI ELVIS II. Rukovodstvo pol'zovatelya. [NI ELVIS II Virtual Instrument Suite for Educational Laboratories. User Manual]. Available at: https://nitec.nstu.ru/upload/lib/NI%20ELVIS%20II%20User%20Manual.pdf (accessed: 27 November 2025).

4. Kuleshov G.E., Zhukov A.A. Opyt organizatsii mezhdistsiplinarnykh proektov pri izuchenii distsiplin «Datchiki-preobrazovateli pervichnoy informatsii» i «Virtual'nye pribory LabView» [Experience in Organizing Interdisciplinary Projects while Studying the Courses 'Sensor-Transducers of Primary Information' and 'LabVIEW Virtual Instruments']. Aktual'nye problemy radiofiziki: materiali XI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Actual problems of Radiophysics. Proc. of the XI International Scientific and Practical Conference]. Tomsk, TUSUR Puble., 2025. Pp. 266-267. (in Russ.).

Olga A. Dotsenko
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Assistant Professor, Department of Radioelectronics, National Research Tomsk State University (TSU)
36, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Department of Design of Units and Components for Radioelectronic Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., 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 Physical and Mathematical Sciences, Assistant Professor, Department of Radioelectronics, National Research Tomsk State University (TSU)
36, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0001-6519-2988
Phone: +7 (382-2) 41-39-73
Email: gyk@mail.tsu.ru

Grigory Ye. Kuleshov
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Assistant Professor, Department of Radioelectronics, National Research Tomsk State University (TSU)
36, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0001-9625-7078
Phone: +7 (382-2) 41-39-73
Email: kge@mail.tsu.ru

УДК 621.396.41

Е.Ю. Кунц, А.Н. Полетайкин

ИНЖЕНЕРНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ – ИНЖЕНЕРНЫЙ DEVOPS!

Представлен инновационный подход к организации образовательной деятельности в соответствии с методологией DevOps. Рассмотрены основные процессы жизненного цикла образовательной программы в контексте её непрерывной автоматизированной разработки (Dev) и эксплуатации (Ops). Новизна заключается в использовании на всех этапах жизненного цикла образовательной программы систематических, дисциплинированных и измеримых практик в соответствии с методологией DevOps.

Ключевые слова: подготовка инженерных кадров, образовательная деятельность, образовательная программа, непрерывная разработка, инженерный DevOps, автотесты.

Введение

DevOps-инженерия – это одноименная методология и набор практик, направленных на объединение команд разработки (Dev) и эксплуатации (Ops) для ускорения, автоматизации и улучшения процессов создания, развертывания и поддержки программного обеспечения. Вместе с тем принципы DevOps обладают значительным потенциалом для применения за пределами IT-сферы. Ключевые концепции DevOps-инжиниринга, включая распределенную ответственность, междисциплинарную коммуникацию, непрерывную обратную связь, обмен знаниями и автоматизацию процессов, демонстрируют свою эффективность в различных областях деятельности, в том числе образовательной. Универсальность подхода обусловлена его фундаментальной ориентированностью на оптимизацию взаимодействия участников процессов, повышение прозрачности операций и эффективности за счет автоматизации.

Как и любая инженерия, для эффективного применения DevOps-инженерия требует наличия квалифицированных кадров. Поэтому научно-методическая цель данной статьи – совершенствование и (или) получение новых компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в области создания и применения качественных образовательных технологий.

Важно, что DevOps представляет собой не просто методологический инструментарий, но прежде всего новую культуру организационного взаимодействия. Эта культура характеризуется преодолением традиционных барьеров между подразделениями, формированием общего концептуального пространства, ориентацией на сквозные процессы создания ценности продукта.

В образовании центральная идея DevOps-подхода заключается:

1) в приоритете социального эффекта – создания реальной пользы для конечных пользователей: обучающихся и работодателей;

2) в качества образовательных процессов, обеспечивающих бесперебойное создание качественной образовательной программы (ОП).

При этом экономический эффект возникает опосредованно как естественное следствие указанных двух факторов.

DevOps в образовании: обзор, аналитика и опыт

В сфере образования применение DevOps становится все более актуальным благодаря быстрому внедрению новых образовательных технологий, платформ, систем управления обучением (LMS) и цифровых ресурсов. Образовательные организации сталкиваются с вызовами быстрого обновления ПО, обеспечения надежности и безопасности образовательных сервисов, повышением эффективности работы ИТ-структур. В этой связи внедрение практик DevOps способствует ускорению разработки и внедрения информационных систем в вузах, снижению ошибок, повышению качества образования. Инженерный аспект DevOps, ориентированный на автоматизацию процессов и системное мышление, становится важным компонентом подготовки специалистов в IT-сфере в частности и инженерных кадров вообще.

В основном DevOps рассматривается в образовании как предмет обучения. Так, разработка учебных курсов, ориентированных на практическое освоение DevOps-практик, способствует не только подготовке специалистов с практическими навыками, но и развитию у студентов понимания системных аспектов автоматизации и интеграции компонентов программных систем [1]. Включение DevOps в учебный процесс создает условия для формирования у студентов системного мышления, навыков автоматизации, работы в команде и внедрения инноваций, что соответствует современным требованиям рынка труда. В целом перспектива заключается в полном включении DevOps в образовательные стандарты и практики, что существенно повысит уровень научных исследований и подготовку специалистов.

Таким образом, интеграция инженерных аспектов DevOps в образовательные программы – актуальное направление развития высшей школы, которое обусловлено требованиями индустрии к комплексной автоматизации. Современные исследования свидетельствуют о высокой эффективности применения таких

подходов для подготовки инженерных кадров, способных работать в условиях высокой динамики технологий и требований рынка труда.

Вместе с тем намного интереснее применение DevOps для организации самого образовательного процесса и, более широко, образовательной деятельности (ОД). Так, реализация инженерных аспектов DevOps в образовательных программах предполагает создание систем автоматизации, автоматизированных тестовых сред и контейнеризации инфраструктуры, что позволяет обеспечить быструю обратную связь и адаптацию учебных процессов под современные требования промышленности [1–3]. В частности, можно выделить такие основные направления применения DevOps в образовательных организациях:

✓ автоматизация процессов – ускорение развертывания, тестирования и обновления учебных материалов;

✓ масштабируемость и надежность – облачные технологии и непрерывные процессы позволяют быстро масштабировать образовательные платформы;

✓ безопасность и валидность – автоматизированные тесты и непрерывный мониторинг помогают обеспечить соответствие требованиям и стандартам.

Проведенные исследования [1, 4] эффективности внедрения DevOps в сферу образования показывают весьма впечатляющие данные (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели эффективности внедрения DevOps в образовательные организации (сформировано по материалам [4])

Показатель	Значение
Время развертывания обновлений (сокращение)	От дней до часов (80–90%)
Снижение ошибок в системах	До 70%
Ускорение релизов (частота)	От месяца до 1-2 дней
Снижение затрат на инфраструктуру (от 30%)	На 30–50%
Повышение удовлетворенности пользователей	До 85–90%

Цикл DevOps в системе образования

DevOps выступает не просто технологической платформой, а концептуальным каркасом, позволяющим перейти от разрозненных операций к целостной системе создания ценности образовательного продукта, где технические решения подчинены гуманитарным целям удовлетворения реальных и динамично трансформирующихся потребностей общества.

Иллюстрация непрерывного DevOps-процесса символически представляется в виде перевернутой восьмерки (рисунок 1), что и отражает непрерывность, непрерывный процесс создания и реализации качественной ОП.

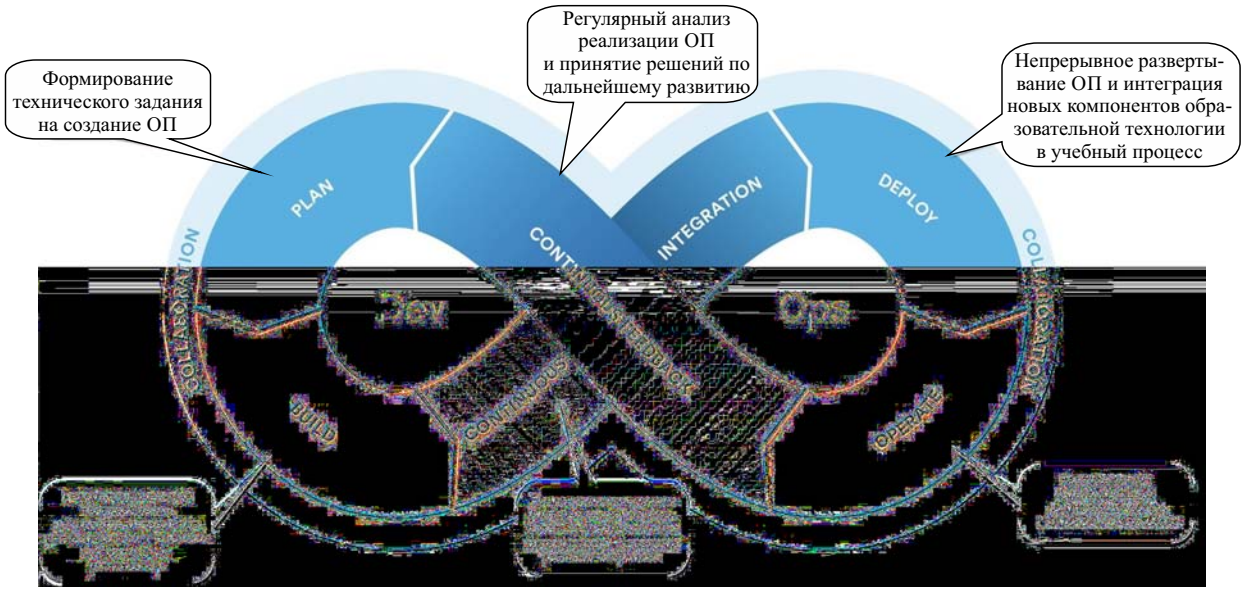


Рисунок 1 – Структура жизненного цикла DevOps-разработки ОП

В DevOps непрерывность (по определению) жизненного цикла достигает своей кульминации за счет замыкания финальных процессов оценивания качества и рефлексии на начальные процессы анализа потребностей заказчика.

Исходной точкой DevOps-цикла является процесс планирования (Plan), где анализируются текущие потребности заказчика – регионального рынка труда по профилю разрабатываемой ОП. Учитывая изменчивый характер этих потребностей, каждый новый цикл разработки может начинаться с пересмотра и актуализации требований к структуре и содержанию ОП.

Процесс построения (Build) предполагает разработку ОП в соответствии с выработанным планом. Учи-

тывая высокую степень автоматизации, на этом этапе необходимо использование компьютерных моделей в сочетании с ручной доработкой. Современные инструменты Web Mining и Data Mining, а также генеративный ИИ позволяют автоматически формировать РПД и ОС, а также релевантный образовательный контент с последующей доработкой методистами и преподавателями. Параллельно с генерацией материалов ОП создаются тестовые сценарии (автотесты), которые могут быть автоматически сгенерированы на основе построенных моделей ОП.

Центральный процесс DevOps – непрерывная интеграция (Continuous Integration, CI) – обеспечивает регулярное построение (модификацию) технологий и фактических материалов ОП с параллельным документированием в режиме реального времени. Результатом данного этапа является готовая к применению версия ОП. Тем самым осуществляется переход из фазы разработки (Dev Circle на рисунке 1) к фазе применения (Ops Circle на рисунке 1).

Процесс развертывания (Deployment) осуществляется итеративно: первая версия ОП разворачивается «с нуля», последующие обновления накладываются на действующую программу. Субъекты ОД получают новые материалы и функциональные возможности без необходимости ручного вмешательства в учебный процесс. Функциональность итеративно и непрерывно нарабатывается, новые компоненты регулярно интегрируются в учебный процесс.

Процесс действия (Operation) предусматривает реализацию с максимальной результативностью ОП, а также оценивание качества этой реализации по выработанным в фазе разработки критериям. В частности, здесь применяются автотесты, разработанные на этапе формирования технологии (Build).

Заключительный процесс перехода ОД в Dev Circle – непрерывная обратная связь (Continuous Feedback, CF) – важнейший элемент DevOps-цикла. Субъекты ОД, т.е. внешние стейкхолдеры, могут сообщать о результатах ОП, выявленных ошибках и недостатках. Также процессы Ops Circle дополняются непрерывным мониторингом (Continuous Monitoring), который в режиме реального времени обеспечивает сбор и предварительный анализ данных обратной связи. Завершающим этапом цикла является анализ полученной обратной связи и оценка результатов (Continuous Assessment), а также принятие решений по дальнейшему развитию и модификации ОП.

Заключение

Внедрение DevOps в образовательную среду способствует формированию современных компетенций у студентов, повышает эффективность научных исследований и ускоряет подготовку специалистов, готовых к работе в динамично меняющейся IT-индустрии. Цикличный подход обеспечивает динамическое развитие системы образования, позволяет оперативно реагировать на технологические изменения и потребности студентов и работодателей. Он способствует созданию учебных программ, максимально соответствующих указанным потребностям, что крайне важно для подготовки квалифицированных инженерных кадров.

Литература

1. Challenges and Recommendations in DevOps Education: A Systematic Literature Review. URL: https://dl.acm.org/doi/10.1145/3422392.3422496 (accessed: 18.11.2025).

2. DevOps в науке о данных и машинном обучении. URL: https://cio.osp.ru/articles/161119-DevOps-v-nauke-o-dannyh-i-mashinnom-obuchenii (дата обращения 17.11 2025).

3. Лотов К.А., Андиева Е.Ю. Эволюция DevOps: роль CI/CD в ускорении цикла разработки программного обеспечения // Вестник науки. 2025. № 4 (85). С. 683–688.

4. Тюменцев Д.В. DevOps в эпоху облачных технологий: современные практики и перспективы развития // Вестник науки. 2023. № 8 (65). С. 190–195.

Кунц Екатерина Юрьевна
Ст. преподаватель каф. математического моделирования и цифрового развития бизнес-систем СибГУТИ
Кирова ул., 86, г. Новосибирск, Россия, 630102
ORCID: 0000-0003-3903-4737
Тел.: +7-913-917-86-59
Эл. почта: kuntsey@sibguti.ru

Полетайкин Алексей Николаевич
Канд. техн. наук, доцент каф. информационных технологий КубГУ
Ставропольская ул., 149, г. Краснодар, Россия, 350040
ORCID: 0000-0002-5128-1952
Тел.: +7-918-035-91-79
Эл. почта: alex.poletaykin@gmail.com

E.Yu. Kunts, A.N. Poletaykin

Engineered DevOps for Engineering Education

The innovative approach to organizing educational activities in accordance with the DevOps methodology is presented. The main processes of the lifecycle of the primary professional educational program (PEP) designed for training engineering personnel, within the context of its continuous automated development (Dev) and operations (Ops) are considered. The approach novelty lies in the use of systematic, disciplined and measurable practices at all stages of PEP lifecycle in accordance with the DevOps methodology.

Keywords: engineering personnel training, educational activities, educational program, continuous development, engineering DevOps, automated tests.

References

1. Challenges and Recommendations in DevOps Education: a Systematic Literature Review. Available at: https://dl.acm.org/doi/10.1145/3422392.3422496 (accessed: 18 November 2025).

2. DevOps in Data Science and Machine Learning. Available at: https://cio.osp.ru/articles/161119-DevOps-v-nauke-o-dannyh-i-mashinnom-obuchenii (accessed: 17 November 2025).

3. Lotov K. A., Andieva E. Yu. [Evolution of DevOps: The Role of CI/CD in Accelerating the Software Development Cycle]. Science Bulletin, 2025, no. 4 (85), pp. 683-688 (in Russ.).

4. Tyumentsev D.V. [DevOps in the Era of Cloud Technologies: Modern Practices and Development Prospects]. Science Bulletin, 2023, no. 8 (65), pp. 190-195 (in Russ.).

Ekaterina Yu. Kunts
Senior Lecturer, Department of Mathematical Modeling and Digital Development of Business Systems, Siberian State University of Telecommunications
86, Kirov st., Novosibirsk, Russia, 630102
ORCID: 0000-0003-3903-4737
Phone: +7-913-917-86-59
Email: kuntsey@sibguti.ru

Alexey N. Poletaykin
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Information Technology Department, Kuban State University
149, Stavropolsksya st., Krasnodar, Russia, 350040
ORCID: 0000-0002-5128-1952
Phone: +7-918-035-91-79
Email: alex.poletaykin@gmail.com

УДК 316.35.

А.И. Исакова, А.М. Исаков, С.М. Левин

ВИРТУАЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЯХ ПОВЫШАЮТ МОТИВАЦИЮ СТУДЕНТОВ В УЧЕБЕ

Исследованы траектории обучающихся, которые способствуют повышению успеваемости студентов путем участия в виртуальных сообществах, что повышает мотивацию их в учебном процессе.

Ключевые слова: виртуальные сообщества, педагогические методики, инструменты обучения, мотивация.

Введение

Студенты, поступая в вуз, имеют разный уровень подготовки школьной программы, индивидуальные особенности усвоения материала. Особенно это наблюдается на младших курсах, пока студент не втянулся в учебный процесс. Поэтому все более и более необходимо внедрять в учебный процесс вуза методики и инструменты, которые помогут студентам достичь лучших результатов в освоении ими учебных дисциплин.

Авторами данной работы были выявлены траектории обучающихся, способствующие повышению успеваемости студентов путем персонализированного подхода к ним, и использование виртуальных сообществ в образовании, которые расширяют возможности обучения, самореализацию студентов, повышают мотивацию к учебе и, как следствие, улучшают качественную успеваемость студентов, а также сокращают пропуски занятий.

Влияние виртуальных сообществ учащихся на их успеваемость

Виртуальные сообщества включают в себя различные форматы взаимодействия: от форумов и блогов до социальных сетей и специализированных образовательных платформ, например Moddle. Эти средства коммуникации позволяют студентам общаться с единомышленниками, делиться академическими и научными находками, участвовать в обсуждениях и коллаборациях, а также получать поддержку и консультации от преподавателей и специалистов со всего мира [1].

Создание программ по развитию цифровой грамотности среди студентов и преподавателей может существенно улучшить ситуацию, делая виртуальные сообщества более эффективными и безопасными для образовательного процесса, повышая успеваемость студентов.

Примеры виртуальных сообществ, такие как GitHub для разработчиков программного обеспечения и Reddit с его бесчисленными «сабреддитами», иллюстрируют разнообразие и мощь этих цифровых собраний. GitHub способствует совместной работе над проектами и обмену кодом, в то время как Reddit предлагает площадку для обсуждения практически любой темы [2].

Примеры успешных стратегий вовлечения студентов кафедры АСУ ТУСУРа в виртуальные сообщества

Виртуальные сообщества существенно изменяют облик современного образования, работы и досуга, делая мир более открытым и взаимосвязанным. Они демонстрируют, как технологии могут способствовать созданию более интегрированных и интерактивных форм общественного взаимодействия, подчеркивая необходимость адаптации и инноваций в цифровую эпоху [1]. Некоторые примеры успешных стратегий вовлечения студентов кафедры АСУ в виртуальные сообщества приведены ниже.

Цифровые технологии открывают новые горизонты для вовлечения студентов. Онлайн-платформы для обучения, образовательные приложения и игры, форумы и блоги – все это инструменты, которые могут сделать обучение более интерактивным и увлекательным. Использование социальных сетей для создания образовательных групп или каналов также способствует укреплению связей между студентами и преподавателями, обеспечивая платформу для обмена знаниями и опытом [2]. В цифровом мире студенты обнаруживают разнообразные пути для взаимодействия, которые значительно трансформируют их академический и социальный опыт. Онлайн-платформы предлагают пространство, где совместное выполнение учебных проектов превращается в уникальный процесс обмена знаниями и глубокого погружения в предмет, способствуя формированию прочных связей между участниками.

Проектно-ориентированное обучение также зарекомендовало себя как мощный инструмент вовлечения. Работа над долгосрочными проектами, связанными с реальными проблемами и задачами, мотивирует студентов искать инновационные подходы и активно сотрудничать с однокурсниками. Такой подход способствует развитию критического мышления, практике командной работы и навыков решения проблем.

Следует отметить практическое применение такого подхода в дисциплине «Маркетинг». В течение

трёх лет автором данной работы в рамках преподавания этого курса применяются передовые педагогические методы и технологии. При формировании новой программы курса выбор технологий был основан на результатах современных исследований, а также на их практическом применении в различных флагманских вузах. В частности, в период обучения студентов по упомянутой дисциплине организуется проектная работа, разделённая на несколько этапов. Каждый из этапов выполняется по мере изучения соответствующего раздела предмета. Групповая работа организована с максимальным приближением к реальным условиям – начиная с формирования групп (произвольно и анонимно) и заканчивая оценкой результатов групповой работы: характер и доля участия в работе каждого из студентов, знание всего проекта, понимание и владение смежными компетенциями. В процессе проектного обучения студенты переходят от объектной роли в образовательном процессе к субъектной, формируя собственные знания за счёт высокой степени самостоятельности (с одной стороны) и обучения других (с другой стороны). При подобном подходе знания усваиваются с помощью наиболее эффективных способов согласно пирамиде Дейла – групповое обсуждение, практика, обучение других. Очевидно, что первые два способа характерны для командной работы. Третий – в данном случае тоже, так как в процессе проектной работы учащийся, отвечающий за определённый раздел проекта, обучает коллег по проекту в рамках этого раздела, поскольку изначальные требования к работе подразумевают знание и практическое понимание проекта в целом каждым участником.

Геймификация обучения – внедрение элементов игры в образовательный процесс – значительно повышает мотивацию студентов. Награды, баллы, уровни и соревнования могут превратить обучение в захватывающий процесс, стимулируя студентов к достижению лучших результатов. Такой подход делает обучение менее монотонным и более привлекательным, поддерживая интерес к изучаемому предмету.

В современном образовательном процессе активное вовлечение студентов становится ключом к успешному обучению, и для достижения этой цели применяются различные стратегии. Одна из эффективных практик – использование интерактивных методов обучения, таких как групповые обсуждения, кейс-методы и ролевые игры. Эти подходы позволяют студентам не только активно участвовать в процессе обучения, но и применять полученные знания на практике, анализируя реальные ситуации и разрабатывая собственные решения [2].

Обсуждение учебного материала в онлайн-формате оживляет образовательный процесс, предоставляя студентам возможность выражать свои мысли, анализировать различные точки зрения и критически оценивать предложения других. Такое обогащение учебного процесса делает его не только более комплексным, но и более вовлекающим.

К числу успешно реализованных проектов по использованию геймификации в образовательном процессе можно отнести практические задания по дисциплинам, преподаваемым автором работы («Мировая экономика», «Финансы и кредит», «Менеджмент»), которые используются при реализации основных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки бакалавров 09.03.03 «Прикладная информатика». Методика проведения данных практических занятий предполагает широкое использование интерактивных образовательных технологий, предполагающих системное взаимодействие обучающихся с преподавателем и между собой. Методический инструментарий проведения практических занятий включает в себя следующие элементы [1].

1. Работу малых групп по выполнению практико-ориентированных заданий, предполагающую коммуникацию, взаимодействие, распределение ролей, поиск информации в сети Интернет, творческое выполнение заданий, генерацию идей, презентацию группового продукта.

2. Выполнение кейсов по анализу реальной ситуации в экономике страны и в мире, направленных на развитие аналитических способностей и представление полученной информации с помощью визуальных форм фреймов и инфографики.

3. Использование дискуссионных форматов взаимодействия, таких как метод углов, дебаты и коммуникативные бои, направленных на развитие критического мышления, устной коммуникации, способности слушать и слышать, достигать компромисса.

Авторы данной статьи систематически проходят обучение на программах повышения квалификации в области современных интерактивных технологий и применяют полученные знания в профессиональной педагогической практике. Результат этого процесса – высокий уровень одобрения применяемых педагогических технологий со стороны студентов, уровень вовлеченности в образовательный процесс, качество подготовки и промежуточной аттестации.

Привлечение студентов к участию в исследовательских проектах и научных конференциях также служит отличным стимулом для активного вовлечения их в научные исследования и развивая при этом навыки критического анализа, сбора и обработки информации.

Кроме того, студенты активно участвуют в создании научного и творческого контента, используя цифровые ресурсы не только для обучения, но и для взаимодействия со студентами в том числе и других вузов: это происходит, например, во время российских и зарубежных конференций.

Так, в 2025 году студенты кафедры АСУ ТУСУРа активно участвовали в XXX Международной науч-

но-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Научная сессия ТУСУР - 2025», которая проходила 21-23 мая 2025 г. За кафедрой АСУ закреплены три подсекции (3.1 Интегрированные информационно-управляющие системы; 5.1 Моделирование в экономике; 5.2 Информационные системы в экономике), на которых студентами этой кафедры сделаны 52 доклада, а также 16 докладов на других секциях.

Кроме этой конференции, студенты совместно с преподавателями опубликовали более 50 статей в центральной печати РФ и за рубежом. Все свои достижения студент может загружать в личный кабинет и портфолио.

Вывод

Исследования, посвященные анализу влияния виртуальных сообществ на успеваемость студентов, демонстрируют значительные результаты, подчеркивая положительный эффект такого взаимодействия.

Статистика показывает, что студенты, активно участвующие в виртуальных образовательных сообществах, чаще демонстрируют уровень успеваемости выше среднего по сравнению с теми, кто предпочитает традиционные методы обучения. Студенты глубже огружаются в изучаемые дисциплины, расширяют свои знания за пределами учебной программы и применяют инновационные подходы к решению практических задач.

Создание поддерживающей и вовлекающей образовательной среды, где каждый студент может проявить инициативу и активно участвовать в обсуждениях и проектах, станет ключом к успешному обучению и развитию необходимых компетенций.

Литература

1. Levin S.M. Review on the influence of student engagement and interaction in online learning communities on academic achievement // Journal of Wellbeing technologies. 2024. Vol. 52, N 2. P. 72–85.

2. Link virtual community interaction and citizenship behavior of fitness Club customers: The role of psychological empowerment and sense of community / F. Liao [et al.] // Sustainability. 2023. Vol. 15, N 3. P. 2455.

Исакова Анна Ивановна
Канд. техн. наук, доцент каф. автоматизированных систем управления 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 9234085388
Эл. почта: iai2@yandex.ru

Исаков Александр Михайлович
Ст. преподаватель каф. автоматизированных систем управления Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 9234041050
Эл. почта alexis983@yandex.ru

Левин Семен Михайлович
Канд. юрид. наук, PhD, профессор каф. автоматизированных систем управления 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.: +79035262552
Эл. почта: levin.sm@tusur.ru

A.I. Isakova, A.M. Isakov, S.M. Levin

Virtual Communities in Educational Trajectories for Increasing Students' Academic Motivation

The trajectories of students that contribute to improving students' academic performance through participation in virtual communities are considered. That it increases students' motivation to learning process is investigated.

Keywords: virtual communities, pedagogical techniques, learning tools, motivation.

References

1. Levin S. M. Review on the influence of student engagement and interaction in online learning communities on academic achievement, Journal of Wellbeing Technologies, 2024, vol. 52, no. 2, pp. 72-85.

2. Liao F., et al. Link virtual community interaction and citizenship behavior of fitness Club customers: The role of psychological empowerment and sense of community. Sustainability, 2023, vol. 15, vol. 3. P. 2455.

Anna I. Isakova
Associate Professor, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-8772-6992
Phone: +7-923-408-53-88
Email: iai2@yandex.ru

Alexander M. Isakov
Senior Lecturer, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7-923-404-10-50
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 pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID (ORCID ID: 0000-0002-3470-6365)
Phone: +7-903-526-25-52
Email: levin.sm@tusur.ru

УДК 004.031

М.А. Беляева

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ АДАПТИВНЫХ УЧЕБНЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ СТУДЕНТОВ

Проводится анализ модели автоматической генерации адаптивных учебных заданий с использованием методов искусственного интеллекта и нейронных сетей. Предложенный подход основан на применении глубоких нейронных моделей для формирования заданий, учитывающих индивидуальный уровень знаний и потребности каждого обучающегося. Предложенные решения имеют практическое значение для интеграции в образовательные платформы и могут значительно облегчить работу преподавателей, а также повысить эффективность обучения в цифровую эпоху.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронные сети, автоматическая генерация заданий, адаптивное обучение, персонализация образования.

Рост объемов учебных данных и вариативность уровня знаний и степени их усвоения у студентов требуют внедрения новых методов обучения, способных учитывать индивидуальные особенности каждого обучающегося. Современные системы автоматической генерации заданий зачастую недостаточно адаптивны и не учитывают особенности знаний студента, что снижает эффективность учебного процесса. В связи с этим возникает необходимость разработки систем, способных автоматически подбирать и генерировать задания, адекватные текущему уровню подготовленности студентов.

Для решения этого пункта предлагается использование нейронных сетей. Область искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения предоставляет современные инструменты для решения таких задач, например нейронные сети типа Transformer, обладающие высокой способностью к генерации связных текстов и моделированию сложных структур. В данном исследовании мы рассматриваем возможность применения таких технологий для автоматической генерации адаптивных заданий, выявления слабых сторон знаний студентов и повышения эффективности обучения.

Цель и задачи исследования

Цель данного исследования – разработка и оценка модели алгоритма автоматической генерации учебных заданий, которая учитывает индивидуальные характеристики студентов, такие как уровень знаний, прогресс и восприятие материала.

Для этого необходимо выполнить следующие задачи:

✓ проверить эффективность работы искусственного интеллекта при генерации заданий для студентов;

✓ разработать структуру модели системы, использующей нейронные сети для генерации и оценки заданий.

Эффективность работы нейронных сетей для генерации заданий

Сама концепция использования ИИ для работы с адаптивными заданиями возникла при разработке учебно-методических пособий для студентов. Одной из проблем было создание большого количества задач, имеющих примерно один уровень сложности и разнообразные подходы к решениям. Это позволило бы исключить возможность списывания работ студентами и открыть возможность к творческому подходу к решению задач. Использование искусственного интеллекта дало возможность сократить время разработки заданий и упростило задачу по созданию краткой теоретической сводки, при этом увеличив и разнообразив банк задач по разным темам.

Для генерации учебных заданий и анализа ответов студентов применяются модели типа Transformer (например, GPT). Они позволяют:

✓ создавать разнообразные задания на разные темы и с разными уровнями сложности;

✓ проверять выполнение заданий с помощью автоматического анализа кодов и текстовых ответов;

✓ предоставлять студентам обратную связь и рекомендации по улучшению.

Для создания иллюстративных материалов данного пособия применялись современные языковые модели, которые сгенерировали код на языке Python, для визуализации с использованием библиотеки Matplotlib, а также описание схемы в формате DOT для построения деревьев, например, с помощью инструмента Graphviz Online. Примеры изображений приведены на рисунках 1–3.

Помимо этого, искусственный интеллект также использовался как для генерации задач олимпиадного уровня к отборочному этапу, так и для подробной проверки ответов студентов. В ходе этого испытания программный интеллект показал высокие результаты, оценив работы по указанной шкале и описав не только места ошибок, но и варианты их исправления.

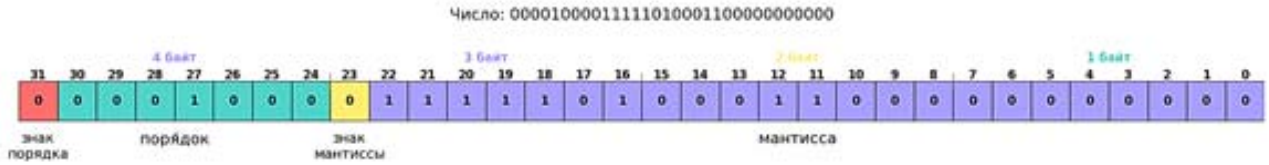


Рисунок 1 – Схема представления двоичного числа в памяти компьютера

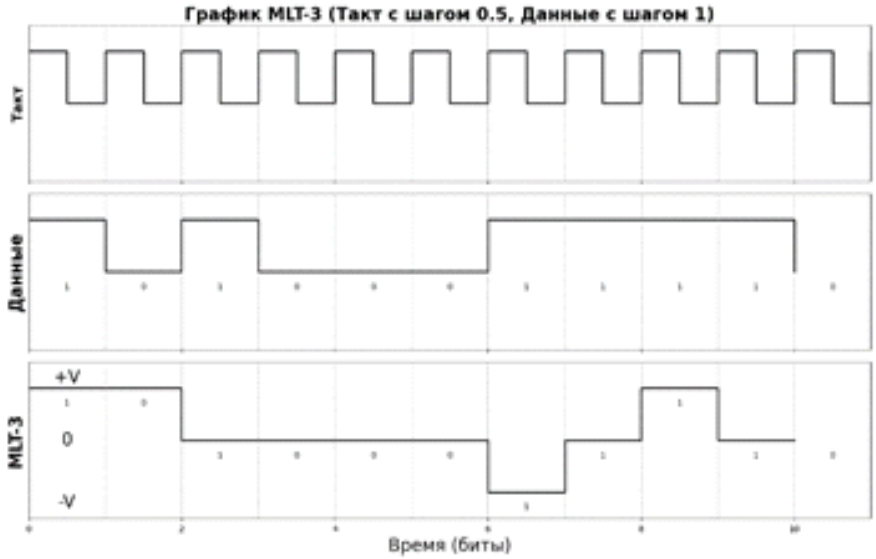
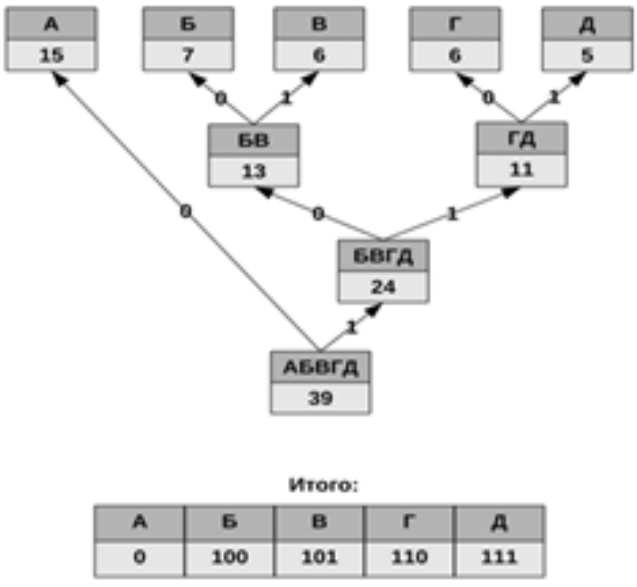


Рисунок 2 – Пример графика



Итого:

А	Б	В	Г	Д
0	100	101	110	111

Рисунок 3 – Пример дерева

Испытания показали, что автоматическая система способна:

– генерировать широкий спектр заданий различной сложности;

– объективно оценивать ответы студентов;

– предлагать индивидуальные рекомендации по улучшению результатов.

Для оценки эффективности системы использовались следующие показатели:

– точность автоматической проверки решений;

– время генерации заданий и их адаптации;

– удовлетворенность студентов (проводились опросы);

– потенциал применения данной технологии для повышения качества обучения.

Разработка структуры модели

При разработке подобного алгоритма работы со студентами были выделены несколько основных этапов:

✓ тестирование студентов для определения текущего уровня знаний после изучения новой темы;

✓ генерация соответствующих задач с учетом выявленных особенностей;

✓ выполнение студентом заданий с последующей отправкой ответов;

✓ автоматическая проверка и оценка решений;

✓ в случае недостаточной оценки – повторная генерация заданий, ориентированных на слабые места студента.

Способы взаимодействия этих этапов представлены на рисунке 4.

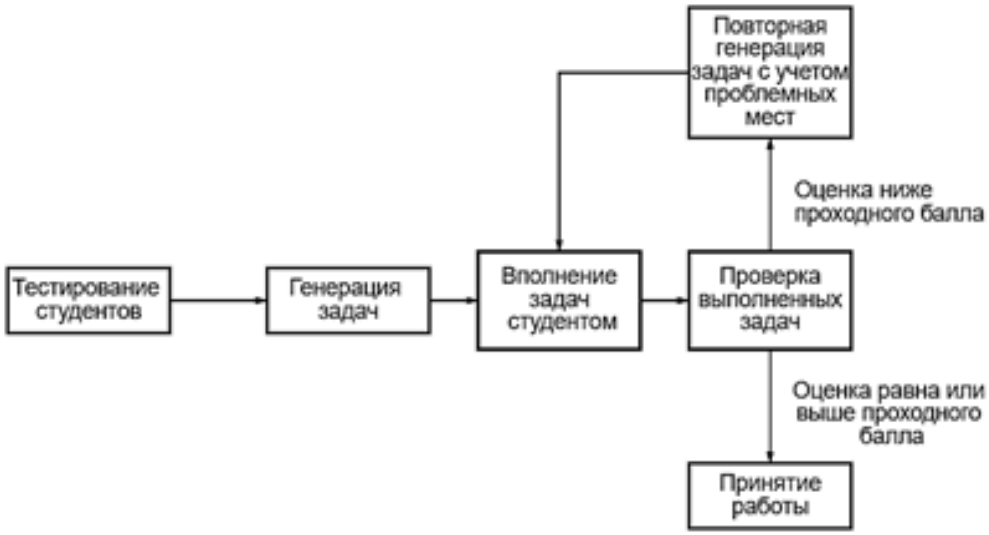


Рисунок 4 – Схема алгоритма подбора заданий для студентов

Для реализации будут использоваться нейронные сети Transformer-модели как обладающие высокой способностью к генерации связного текста, пониманию контекста и моделированию сложных структур. Кроме того, они позволяют автоматически выставлять баллы, выявлять правильность и полноту ответов, а также анализировать их структурный и смысловой аспекты.

Результаты исследования

Исходя из рассмотренных выше данных можно сделать ряд выводов. Использование нейронных сетей и искусственного интеллекта с целью создания системы адаптивных задний для студентов является прекрасным решением со своими положительными и негативными сторонами. К преимуществам системы можно отнести:

– высокий уровень персонализации;

– быструю адаптацию к индивидуальному прогрессу;

– возможность автоматизации большинства рутинных процессов.

Недостатки и пути их решения:

– проверка текстовых заданий требует доработки и тестирования;

– возможное повторение заданий при генерации: отказаться от этого трудно, однако применение методов разнообразия генерации помогает снизить риск;

– еще не достигнута полная автоматизация, роль преподавателя остается важной для контроля и коррекции.

Будущие направления развития включают расширение базы данных заданий, улучшение алгоритмов генерации и взаимодействия с пользователем.

Использование нейронных сетей для автоматической генерации адаптивных учебных заданий – перспективное направление, которое способно повысить эффективность и индивидуализацию процесса обучения. Предложенная модель демонстрирует хорошие результаты в создании разнообразных заданий и оценки решений, а при дальнейшем развитии может стать важной частью современных систем обучения.

Литература

1. Best Use Cases of Artificial Intelligence in Education. URL: https://www.edtechreview.in/research/best-use-cases-of-artificial-intelligence-in-education/#automated-grading (accessed: 17.12.2025).

2. The Role of Educational Data Mining and Artificial Intelligence Supported Learning Analytics on Conceptual Change: New Approaches to Differentiated Instruction. URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-025-10214-3 (accessed: 17.12.2025).

3. Artificial Intelligence Applications to Support K–12 Teachers and Teaching: A Review of Promising Applications, Opportunities, and Challenges. URL: https://www.jstor.org/stable/resrep19907?searchText=Adaptive+Learning+Systems+a

nd+Artificial+Intelligence+A+Review&searchUri=%2Faction%2FdoBasicSearch%3FQuery%3DAdaptive%2BLearning%2BSystems%2Band%2BArtificial%2BIntelligence%253A%2BA%2BReview%26so%3Drel&ab_segments=0%2Fspellcheck_basic_search%2Fcontrol&refreqid=fastly-default%3A37ab136fe608e5858f7007391688b652&seq=1 (accessed: 17.12.2025).

Беляева Мария Алексеевна
Магистр, ассистент каф. автоматизированных систем управления Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина ул., 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0009-0002-0478-962X
Тел.: +7-960-975-41-69
Эл. почта: mariia.a.beliaeva@tusur.ru

M.A. Belyeva
Artificial Intelligence in Automatic Generation of Adaptive Educational Tasks for Individual Students' Needs

The analysis of the model of automated generation of adaptive learning tasks using artificial intelligence and neural network methods is presented. The application of deep neural models for creating tasks that take into account the students' individual knowledge level and needs is demonstrated. That the model is of practical importance for integration into educational platforms and significantly facilitates the teachers' work, as well as increases the effectiveness of learning in the digital age, is concluded.
Keywords: artificial intelligence, neural networks, automatic task generation, adaptive learning, personalized education.

References

1. Best Use Cases of Artificial Intelligence in Education. Available at: https://www.edtechreview.in/research/best-use-cases-of-artificial-intelligence-in-education/#automated-grading (accessed: 17 December 2025).

2. The Role of Educational Data Mining and Artificial Intelligence Supported Learning Analytics on Conceptual Change: New Approaches to Differentiated Instruction. Available at: https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-025-10214-3 (accessed: 17 December 2025).

3. Artificial Intelligence Applications to Support K–12 Teachers and Teaching: A Review of Promising Applications, Opportunities, and Challenges. Available at: https://www.jstor.org/stable/resrep19907?searchText=Adaptive+Learning+Systems+and+Artificial+Intelligence+A+Review&searchUri=%2Faction%2FdoBasicSearch%3FQuery%3DAdaptive%2BLearning%2BSystems%2Band%2BArtificial%2BIntelligence%253A%2BA%2BReview%26so%3Drel&ab_segments=0%2Fspellcheck_basic_search%2Fcontrol&refreqid=fastly-default%3A37ab136fe608e5858f7007391688b652&seq=1 (accessed: 17 December 2025).

Maria A. Beliaeva
Master Student, Assistant, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0009-0002-0478-962X
Phone: +7-960-975-41-69
Email: mariia.a.beliaeva@tusur.ru

УДК 004.9:37.018.43

И.А. Кречетов, В.В. Кручинин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ПОНИМАЮЩЕГО ЧТЕНИЯ СТУДЕНТА В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Рассматривается методика определения скорости понимающего чтения студента как ключевого параметра для персонализации учебного процесса в системах дистанционного обучения. Описана математическая модель, связывающая скорость чтения с оценкой, объемом контента и его сложностью. Представлен алгоритм вычисления скорости на основе регрессионного анализа данных о первых пройденных дидактических единицах. Особое внимание уделено проблеме измерения объема учебного контента в токенах и его сложности. Показано практическое применение показателя для прогнозирования временных затрат и успеваемости.

Ключевые слова: дистанционное обучение, скорость понимающего чтения, модель обучаемого, персонализация, регрессионный анализ, токенизация, объем учебного контента, прогнозирование успеваемости

Одной из ключевых проблем дистанционного обучения является эффективное планирование учебного процесса для каждого студента [1, 2], что во многом достигается через анализ их временных затрат в онлайн-курсах. Исследования показывают, что такой анализ позволяет предсказать успеваемость студентов, помогает определить, какие материалы требуют доработки или дополнительного внимания, а также сравнивать различные методики и технологии обучения. Например, в [3] приведено исследование влияния времени, проведенного онлайн, на академическую успеваемость студентов в курсах экономики и финансов, где показано, что время, затраченное на онлайн-обучение, оказывает значимое положительное влияние на достижения студентов. Также в [4] анализируется связь между временем онлайн-активности и успеваемостью студентов большого бизнес-курса, подтверждая, что увеличенное время связано с лучшими оценками; при этом подчеркивается необходимость учета индивидуальных особенностей студентов и качества взаимодействия с учебным материалом.

Однако традиционные подходы, основанные на усредненных нормах времени, не учитывают индивидуальных когнитивных особенностей обучающихся. Решение этой проблемы лежит в построении персональной модели студента, центральное место в которой занимает скорость понимающего чтения [5]. Этот показатель определяет время, необходимое конкретному студенту для изучения страницы учебного текста заданной сложности с целью достижения определенной оценки. Для точного расчета такого времени необходима универсальная и содержательная мера объема учебного материала, которой является токен. Таким образом, для определения скорости понимающего чтения предлагается разработать методику определения объема учебного контента, основанного на токенах; методику определения коэффициента сложности учебного контента, математическую модель скорости понимающего чтения и алгоритм ее вычисления.

Методика определения объема учебного контента в токенах

Объем учебного контента, измеренный в байтах или количестве страниц, является слабоинформативной характеристикой, так как не отражает фактического объема информации, которую необходимо усвоить студенту. Для решения этой проблемы предлагается использовать подход, зарекомендовавший себя в системах искусственного интеллекта, где основной единицей измерения объема текста является токен.

Токен – это условная лексическая единица, которая может представлять собой слово, часть слова (например, слог или морфему) или знак препинания. Подсчет числа токенов позволяет более точно оценить объем информации, подлежащей усвоению. Можно выделить следующие методы токенизации для различных типов учебного контента:

1) текстовый контент. Токенами являются слова, числа и знаки препинания. Для токенизации текста на естественном языке используются специализированные библиотеки (например, nltk для Python);

2) математические формулы. Токенами выступают числа, переменные, операторы (+, -, ×, ÷), имена функций (sin, cos, log) и спецсимволы (Σ, ∫, √). Для разбора формул могут применяться пакеты символьной математики (например, sympy);

3) иллюстрации и графики. Подсчет токенов для визуального контента является нетривиальной задачей. Применяются следующие подходы:

– текстовое описание: формируется краткое текстовое описание иллюстрации (альтернативный текст, выжимка), и токенизации подвергается уже этот текст;

– графовое представление: иллюстрация представляется в виде графа, где узлы – это значимые объекты, а ребра – связи между ними. Элементы этого графа (узлы и ребра) рассматриваются как токены;

4) видеоролики. Прямая токенизация видео затруднена. Объем видеоконтента целесообразно измерять в единицах времени, необходимых для его просмотра (минуты, секунды). Для интеграции с общей

моделью это время может быть конвертировано в условные токены на основе экспертных оценок или средних скоростей восприятия.

Внедрение токенизации позволяет унифицировать измерение объема разнородного учебного контента и перейти к содержательному расчету временных затрат на его изучение.

Методика определения сложности дидактической единицы

Сложность дидактической единицы – комплексный показатель, позволяющий уточнить время, затраченное студентом на изучение дидактической единицы. Будем считать, что сложность – объективная характеристика учебного текста, не зависящая от конкретного студента.

Для каждого элемента дидактической единицы находится коэффициент сложности k_i, где i – номер элемента дидактической единицы.

Коэффициент сложности дидактической единицы может быть установлен:

1) на основе экспертного анализа;

2) на основе алгоритма анализа учебного контента;

3) на основе статистической обработки результатов обучения группы студентов.

В случаях когда сложность учебного контента установить не удается, используется первый способ (экспертные оценки). Производится процедура экспертного опроса, проводятся исследования согласованности мнений экспертов, а при допустимой согласованности устанавливается значение коэффициента сложности дидактической единицы.

Методика вычисления сложности – это комплексный алгоритм оценки объективной трудности учебного материала на основе анализа его лингвистических и структурных характеристик.

Базовые принципы:

✓ объективность – сложность вычисляется на основе характеристик контента, а не субъективных ощущений студентов;

✓ нормализация – итоговый коэффициент в диапазоне 0-1 (0 – очень легко, 1 – очень сложно);

✓ многокритериальность – учет 6 ключевых показателей.

Показатели сложности: информационная насыщенность, абстрактность, водность, удобочитаемость, лингвистическая разнообразность. Алгоритм вычисления основан на исследованиях [6–11].

Математическая модель скорости понимающего чтения

Скорость понимающего чтения (V) формализуется как функция, зависящая от целевой оценки (О), которую студент планирует получить за изучение дидактической единицы. Модель строится на основе данных, собираемых в процессе обучения первых нескольких модулей курса. Исходные данные представляются в виде таблицы (таблица 1).

Таблица 1 – Данные по успеваемости на первые 4 модуля электронного курса

Оценка (Oi)	Дидактическая единица (D_i)	Коэффициент сложности (K_i)	Затраченное время (T_i)	Объем в токенах (N_i)
5 (отл.)	D_1	...	...	...
4 (хор.)	D_2	...	...	...
3 (удовл.)	D_3	...	...	...
2 (неуд.)	D_4	...	...	...

На основе этих данных для каждой i-й дидактической единицы рассчитывается скорость понимающего чтения, соответствующая полученной оценке, по формуле

$$V_i = \frac{N_i(1 + k_i - p)}{T_i}, \quad (1)$$

где N_i – объем дидактической единицы в токенах; T_i – реальное время, затраченное студентом на изучение i-й дидактической единицы; k_i – коэффициент сложности единицы (нормализованное значение от 0 до 1); p – параметр, задающий точку отсчета на шкале сложности, при которой сложность является оптимальной для восприятия.

В знаменателе формулы (1) записано реальное время, затраченное студентом на изучение данной дидактической единицы, в числителе этой формулы – объем дидактической единицы в токенах и поправочный коэффициент на сложность учебного контента данной дидактической единицы, причем коэффициент сложности меняется от 0 до 1. Тогда параметр p соответствует значению на шкале сложности, когда сложность является оптимальной для данной дидактической единицы. Все коэффициенты меньше p уменьшают скорость, все коэффициенты больше p увеличивают скорость понимающего чтения. Поправочный коэффициент выбирается на основе экспертного анализа учебного контента (по умолчанию параметр $p = 0{,}5$).

Алгоритм определения скорости понимающего чтения

Для перехода от разрозненных измерений к персональной модели студента используется алгоритм, основанный на методе линейной регрессии.

Входные данные:

– количество изученных студентом дидактических единиц (N);

– параметр сложности (p);

– выборка данных из базы данных системы дистанционного обучения (СДО): для каждой единицы известна оценка (О), время (T), сложность (K) и объем (N).

Шаги алгоритма:

1) формирование обучающей выборки. На основе данных о первых N пройденных единицах формируются векторы:

$\mathbf{X}$ – вектор полученных оценок (o_1, o_2, ..., o_n);

$\mathbf{Y}$ – вектор расчетных скоростей чтения (V_1, V_2, ..., V_n), вычисленных по формуле выше;

2) построение регрессионной модели. Строится линейная регрессионная модель вида

$$\mathbf{Y} = w_0 + w_1 \cdot \mathbf{X}. \quad (2)$$

Найденные коэффициенты w_0 (свободный член) и w_1 (угловой коэффициент) характеризуют персональную зависимость скорости чтения от целевой оценки для данного студента;

3) валидация и корректировка модели. Производится анализ полученных коэффициентов. Ожидается, что зависимость будет обратно пропорциональной: чем выше требуемая оценка, тем ниже должна быть скорость чтения (студент тратит больше времени на глубокое изучение), следовательно, коэффициент w_1 должен быть отрицательным. Если это условие не выполняется, модель может быть скорректирована путем добавления в выборку «виртуальных» точек данных (например, высокой скорости для минимальной оценки) и переобучения;

4) сохранение модели. Найденные параметры модели (w_0, w_1) сохраняются в базе данных в профиле студента как часть его модели обучаемого.

Практическое применение

Определенная скорость понимающего чтения является основой для ряда предиктивных и рекомендательных сервисов в СДО.

1. Прогнозирование временных затрат. Зная модель $V(o)$ и параметры очередной дидактической единицы (объем N_i и сложность k_i), можно спрогнозировать время, необходимое студенту для ее изучения на желаемую оценку:

$$T_d = \frac{N_i(1 + k_i - p)}{V(o)}. \quad (3)$$

2. Прогнозирование успеваемости. Используя прогнозное время для всех оставшихся единиц курса и зная общий бюджет времени студента, можно решить обратную задачу: спрогнозировать итоговую оценку за курс. Для этого применяются методы оптимизации, такие как алгоритм имитации отжига.

3. Персонализация образовательной траектории. Показатель скорости чтения позволяет выявлять студентов, испытывающих трудности (у них низкая скорость даже для невысоких оценок), а также способных осваивать материал быстрее среднего. Это дает возможность адаптировать нагрузку, рекомендовать дополнительные материалы или, наоборот, задания повышенной сложности.

Заключение

Определение скорости понимающего чтения представляет собой эффективный инструмент перехода от унифицированного к персонализированному обучению в СДО. Предложенная методика, основанная на сборе объективных данных о реальной учебной деятельности и их регрессионном анализе, способствует построению точной модели студента. Критически важным элементом этой модели является адекватная оценка объема учебного контента через его токенизацию, что позволяет унифицировать расчеты для материалов разного формата. Интеграция этих показателей в ядро СДО открывает возможности для построения точных прогнозов успеваемости, адаптивного планирования и своевременного оказания педагогической поддержки, что в конечном итоге повышает эффективность и качество дистанционного образования.

Литература

1. Moore M.G., Thompson M.M. The effects of distance learning // American Center for the Study of Distance Education. 1997. N 15.

2. Anderson T., Dron J. Three generations of distance education pedagogy // International Review of Research in Open and Distributed Learning. 2011. Vol. 12, N 3. P. 80–97.

3. Calafiore P., Damianov D.S. The effect of time spent online on student achievement in online economics and finance courses // The Journal of Economic Education. 2011. Vol. 42, N 3. P. 209–223.

4. Korkofingas C., Macri J. Does time spent online have an influence on student performance?: Evidence for a large business studies class // Journal of University Teaching and Learning Practice. 2013. Vol. 10, N 2. P. 1–15.

5. Abdullah Muhaimin. Reading Speed and Comprehension Enhancement in Hybrid Learning Delivery Mode // Advances in Language and Literary Studies. 2018. 9. 25. 10.7575/aiac.alls.v.9n.3p.25.

6. Майер Р.В. Проблема определения дидактической сложности учебных текстов // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Социология. Педагогика. Психология. 2020. № 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problema-opredeleniya-didakticheskoy-slozhnosti-uchebnyh-tekstov (дата обращения: 06.11.2024).

7. Оборнева И.В. Математическая модель оценки учебных текстов // Вестник МГПУ. Сер. Информатика и информатизация образования. 2005. № 4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskaya-model-otsenki-uchebnyh-tekstov (дата обращения: 06.11.2024).

8. Лингвистическая сложность учебных текстов / А.Я. Вахрушева [и др.] // Вопросы журналистики, педагогики, языкознания. 2021. № 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/lingvisticheskaya-slozhnost-uchebnyh-tekstov (дата обращения: 06.11.2024).

9. Микк Я.А. Оптимизация сложности учебного текста. М.: Просвещение, 1981. 119 с.

10. Мизернов И.Ю., Гращенко Л.А. Анализ методов оценки сложности текста // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2015. № 18.

URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-metodov-otsenki-slozhnosti-teksta (дата обращения: 06.11.2024).

11. Многокритериальное оценивание электронных учебно-методических комплексов / А.В. Городович [и др.] // EdCrunch Томск : материалы междунар. конф. по новым образовательным технологиям, г. Томск, 29–31 мая 2019 г. Томск : Изд. Дом Том. гос. ун-та, 2019. С. 103–112.

Кручинин Владимир Викторович
Д-р техн. наук, проф. каф. технологий электронного обучения Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Эл. почта: kru@2i.tusur.ru

Кречетов Иван Анатольевич
Канд. техн. наук, каф. технологий электронного обучения Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
Эл. почта: kia@2i.tusur.ru

I.A. Krechetov, V.V. Kruchinin

Determining Students' Reading Comprehension Speed in a Distance Learning System

The a methodology for determining a student's reading comprehension speed as a key parameter for personalizing the educational process in distance learning systems is considered. The mathematical model relating the speed of reading to the assessment, the volume of content and its complexity is described. The algorithm for calculating speed based on data regression analysis on the first completed didactic units is presented. Particular attention is paid to the problem of measuring the volume of educational content in tokens and its complexity. The practical application of the indicator for predicting time consumption and students' academic performance is demonstrated.

Keywords: distance learning, reading comprehension speed, learner model, personalization, regression analysis, tokenization, educational content volume, academic performance forecasting.

References

1. Moore M. G., Thompson M. M. Effects of Distance Learning. University Park, PA: American Center for the Study of Distance Education, 1997, no. 15.

2. Anderson T., Dron J. Three generations of distance education pedagogy. International Review of Research in Open and Distributed Learning, 2011, vol. 12, no. 3, pp. 80–97.

3. Calafiore P., Damianov D. S. The effect of time spent online on student achievement in online economics and finance courses. The Journal of Economic Education, 2011, vol. 42, no. 3, pp. 209–223.

4. Korkofingas C., Macri J. Does time spent online have an influence on student performance?: Evidence for a large business studies class. Journal of University Teaching and Learning Practice, 2013, vol. 10, no. 2, pp. 1–15.

5. Abdullah M. Reading Speed and Comprehension Enhancement in Hybrid Learning Delivery Mode. Advances in Language and Literary Studies, 2018, vol. 9, no. 3, p. 25.

6. Mayer R.V. [The problem of determining the didactic complexity of educational texts]. Scientific Notes of the V. I. Vernadsky Crimean Federal University. Sociology. Pedagogy. Psychology, 2020, no. 1 (in Russ.). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/problema-opredeleniya-didakticheskoy-slozhnosti-uchebnyh-tekstov (accessed: 6 November 2024).

7. Oborneva I.V. [Mathematical model for the evaluation of educational texts]. Bulletin of Moscow State Pedagogical University. Series: Informatics and Informatization of Education, 2005, no. 4 (in Russ.). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskaya-model-otsenki-uchebnyh-tekstov (accessed: 6 November 2024).

8. Vakhrusheva A.Ya., Solnyshkina M.I., Kupriyanov R.V., Gafiyatova E.V., Klimagina I.O. [Linguistic complexity of educational texts]. Issues of Journalism, Pedagogy, Linguistics, 2021, no. 1 (in Russ.). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/lingvisticheskaya-slozhnost-uchebnyh-tekstov (accessed: 6 November 2024).

9. Mikk Ya.A. Optimizatsiya slozhnosti uchebnogo teksta [Optimization of educational text complexity]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1981. 119 p. (in Russ.).

10. Mizernov I.Yu., Grashchenko L.A. [Analysis of text complexity assessment methods]. Новые информационные технологии в автоматизированных системах, 2015, no. 18 (in Russ.). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-metodov-otsenki-slozhnosti-teksta (accessed: 6 November 2024).

11. Gorodovich A.V., Kruchinin V.V., Perminova M.Yu., Morozova Yu.V. Mnogokriterial'noe ocenivanie ehlektronnykh uchebno-metodicheskikh kompleksov [Multicriteria evaluation of electronic educational and methodological complexes]. EdCrunch Tomsk: materialy mezhdunarodnoy konferentsii po novym obrazovatel'nym tekhnologiyam [EdCrunch Tomsk. Proc. of the International Conference on New Educational Technologies]. Tomsk, TSU Publ., 2019. Pp. 103–112 (in Russ.).

Vladimir V. Kruchinin
Doctor of Engineering Sciences, professor, Department of E-Learning Technologies, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634000
Email: kru@2i.tusur.ru

Ivan A. Krechetov
Candidate of Engineering Sciences, Department of E-Learning Technologies, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Email: kia@2i.tusur.ru

УДК 004.42

И.Г. Афанасьева, Е.А. Пикулина

МЕТОДЫ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Рассматриваются методы экспертной оценки универсальных компетенций студентов технических направлений в контексте возможности их автоматизации для веб-приложения «FoxTeacher». Анализируются особенности оценивания различных универсальных компетенций и связанные с этим ограничения автоматизированных подходов. Особое внимание уделяется обоснованию выбора метода Дельфи как наиболее подходящего инструмента экспертной оценки, что демонстрируется на примере универсальной компетенции «Системное и критическое мышление».

Ключевые слова: универсальные компетенции, экспертная оценка, методы экспертной оценки, автоматизация, метод Дельфи.

Актуальность формирования универсальных компетенций у студентов технических направлений обусловлена спецификой их профессиональной подготовки и современными условиями профессиональной деятельности. Современная профессиональная среда предъявляет к техническим специалистам требования, связанные со способностью работать в условиях неопределенности, оперативно принимать решения и адаптироваться к изменениям, что невозможно без развитых универсальных компетенций. Однако традиционная система технического образования ориентирована преимущественно на формирование профессиональных и общепрофессиональных компетенций, тогда как их полноценное развитие невозможно без универсальных компетенций, таких как анализ, системное и критическое мышление, а также коммуникативные навыки, которые формируют базу профессиональной деятельности специалиста [1]. Кроме того, формирование универсальных компетенций является обязательным государственным требованием, закреплённым в стандартах высшего образования (ФГОС ВО 3++) [2].

Ключевой задачей в рамках разработки веб-приложения «FoxTeacher» в групповом проектном (ГПО) обучении ТУСУРа является создание системы оценивания сформированности универсальных компетенций у студентов технических направлений. Данное приложение ориентировано на развитие таких компетенций, как системное и критическое мышление, самоорганизация и саморазвитие, командная работа и лидерство, а также разработка и реализация проектов. Для оценки первичного уровня сформированности универсальных компетенций студент проходит входное тестирование. По результатам этого тестирования он может либо самостоятельно выбрать индивидуальную траекторию развития, либо ориентироваться на рекомендации, предлагаемые приложением. Сам процесс оценивания является трехэтапным и включает тестирование, решение ситуационных задач и работу с кейсами, причем оценка кейсов требует обязательного участия экспертов. Данную процедуру необходимо автоматизировать, что и обусловливает выбор методов экспертной оценки.

При этом оценка компетенций, таких как планирование, анализ проектов и управление командой, имеет существенные нюансы. Например, для оценки навыков планирования может быть достаточно анализа календарного плана и процентного соотношения выполненных работ, что не всегда требует глубокой экспертизы. В то же время оценка навыков анализа проектов предполагает более детализированный подход, включающий понимание и оценку способности специалиста четко формулировать цели и грамотно их определять. Данный аспект является более сложным, что приводит к значительному разбросу в уровнях оценивания. Что касается навыков управления командой, то их оценка часто основывается на анализе кейсов с готовыми решениями, которые могут сопровождаться пояснениями и текстовыми уточнениями. Такой способ анализа сформированности универсальных компетенций требует многокритериального подхода к оцениванию с позиции эксперта.

Метод экспертной оценки имеет свои преимущества и недостатки. Положительные аспекты данного метода заключается в высокой репрезентативности данных, что в свою очередь делает его эффективным в оценке сложных, непараметрических данных. Отрицательные же аспекты выражены в качественных требованиях к группе экспертов. Это требует от организаторов оценки данных глубокой работы по поиску экспертов – качественного формирования требований к экспертам. Базовые требования к экспертам, которые необходимо учитывать при отборе кандидатов: высокий и междисциплинарный профессионализм в области информационных систем и технологий, навыки понимания и реализации компетентностного подхода в подготовке специалистов сферы ИТ, качественной аргументации собственного мнения, объективное отношение к решениям рассматриваемых кейсов. Но данные трудности компенсируется качественной и

валидной оценкой такого сложного объекта, как универсальная компетенция.

Кроме качественных требований к организации экспертной оценки сформированности универсальных компетенций, наблюдаются и сложности в качественной автоматизации данных методов для веб-приложения. Это требует объективного анализа в выборе наиболее оптимального метода экспертной оценки, который мог бы комплексно охватить все указанные аспекты. Для осуществления корректного анализа в рамках исследования была использована классификация методов экспертных оценок, предложенная Т.В. Дивиной, Е.А. Петраковой и М.С. Вишневским [3]. Согласно данной классификации методы подразделяются на две группы: методы группового опроса экспертов и математико-статистические методы. При анализе пригодности этих методов для автоматизированной системы оценки следует отметить, что некоторые из них концептуально не соответствуют поставленной задаче. В частности, метод мозгового штурма изначально предназначен для генерации идей и решения творческих задач, но не приспособлен для экспертной оценки работ, поскольку не предполагает систематического анализа индивидуальных результатов и может нарушать принцип объективности.

Полноценное интервьюирование в свою очередь является трудозатратным процессом, плохо поддающимся автоматизации и масштабированию в рамках веб-приложения. Его проведение требует предварительной подготовки, включающей определение оцениваемой компетенции и формулировку показателей ее проявления, а также составление структурированного перечня вопросов, позволяющего всесторонне исследовать развитие компетенции у студента. Во время беседы интервьюер активно управляет диалогом, задавая уточняющие вопросы на основе ответов студента и сопоставляя их с заранее определенными показателями компетенции. После завершения интервью необходимо провести анализ всей беседы и сопоставить полученные данные с показателями для формирования объективной оценки уровня развития компетенции. Многоступенчатый характер такой процедуры делает метод интервью трудозатратным и ограничивает его масштабирование, что обусловливает необходимость интеграции более автоматизируемых методов оценки в систему. Анкетирование как элемент интервьюирования, но не заменяющий его, может быть частично автоматизировано и применимо для оценки некоторых формализуемых компонентов, например базовых навыков планирования. Однако для комплексной оценки компетенций требуется более сложный подход.

Наиболее оптимальным для интеграции в систему «FoxTeacher» представляется метод Дельфи, модифицированный с учетом требований автоматизации. Данный метод позволяет экспертам независимо и анонимно оценивать работы студентов, что обеспечивает объективность и исключает групповое давление. В предлагаемой реализации несколько экспертов дают индивидуальные оценки по представленным кейсам, после чего система рассчитывает медиану и другие статистические показатели, возвращая агрегированные результаты для повторного анализа [4]. Например, при оценке универсальной компетенции «Системное и критическое мышление» процесс реализуется следующим образом: сначала формируется экспертная группа с опытом оценки проектной деятельности студентов и имеющая опыт оценки кейсов. Затем разрабатывается первичный набор вопросов, направленных на выявление способности студента анализировать ключевые элементы проекта, определять взаимосвязи и формулировать обоснованные выводы. После этого этапа проводится первый раунд анонимного опроса студентов, результаты которого анализируются экспертами для выявления тенденций и расхождений. На основе первичного анализа формируются уточняющие вопросы для второго и последующих раундов, позволяющие экспертам при необходимости скорректировать свои оценки; в завершение осуществляется финальный анализ всех раундов и формируется агрегированная оценка уровня компетенции. Такой итеративный процесс способствует постепенному сближению мнений и выработке объективной экспертной оценки.

Для математической обработки результатов целесообразно использовать методы весовых коэффициентов и парных сравнений, что позволяет количественно обосновать итоговые выводы об уровне сформированности компетенций и интегрировать эти данные в общую картину сформированности компетенций студента.

В ходе анализа определено, что оценка сформированности универсальных компетенций студентов технических направлений требует использования таких методов, обеспечивающих объективность, воспроизводимость результатов и возможность автоматизации. Анализ показал, что традиционные методы экспертной оценки, в частности интервьюирование и мозговой штурм, обладают высокой трудоемкостью и ограниченной пригодностью для масштабирования в рамках веб-приложения. Метод Дельфи, модифицированный с учетом требований автоматизации, является наиболее подходящим инструментом экспертной оценки в цифровой образовательной среде. Использование данного метода позволит организовать анонимную и независимую работу экспертов, снизить субъективность оценивания и обеспечить постепенное согласование мнений. Применение статистических методов обработки экспертных оценок обеспечивает количественное обоснование уровня сформированности компетенций. На основе проведенного анализа

обоснована возможность применения метода Дельфи для оценки универсальных компетенций студентов технических направлений в рамках веб-приложения «FoxTeacher».

Литература

1. Михеев С.А. Универсальные компетенции в подготовке современного инженера // Научное обозрение. Педагогические науки. 2025. № 3. С. 45–50.

2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии» [Электронный ресурс] // Официальный сайт ФГОС РФ. URL: https://fgos.ru/fgos/fgos-09-03-02-informacionnye-sistemy-i-tehnologii-926/ (дата обращения: 14.11.2025).

3. Дивина Т.В., Петракова Е.А., Вишневский М.С. Классификация методов экспертных оценок // Научный вестник. 2020. № 5. С. 45–52.

4. Пульман А.Л., Пузыревская А.А. Дельфи-метод экспертных оценок // Science Time. 2021. № 5 (89). С. 105–106.

Афанасьева Инга Геннадьевна
Кандидат педагогических наук, каф. экономической математики, информатики и статистики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0009-0008-6252-3903
Тел.: +7 (909) 541-50-45
Эл. почта: inga.g.afanaseva@tusur.ru

Пикулина Екатерина Александровна
Студент каф. экономической математики, информатики и статистики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (952) 177-22-78
Эл. почта: pikulina.jekaterina@yandex.ru

I.G. Afanasyeva, E.A. Pikulina

Expert Assessment Methods for Automating the Formation of Students' Universal Competencies

The expert assessment methods for evaluating universal competencies of engineering students in their potential automation within the web application Fox-Teacher are considered. The specific features of assessing various universal competencies and the limitations associated with automated approaches are analyzed. Particular attention is given to substantiating the selection of the Delphi method as the most suitable tool for expert assessment. The method realization is presented on the example of 'system and critical thinking' competence.

Keywords: universal competencies, expert assessment, expert assessment methods, automation, Delphi method.

References

1. Mikheev S. A. [Universal Competencies in the Training of a Modern Engineer]. Scientific Review. Pedagogical Sciences, 2025, no. 3, pp. 45–50 (in Russ.).

2. Federal State Educational Standard of Higher Education – Bachelor's Degree Programme in 09.03.02 'Information Systems and Technologies'. Official website of the Federal State Educational Standards of the Russian Federation. (in Russ.). Available at: https://fgos.ru/fgos/fgos-09-03-02-informacionnye-sistemy-i-tehnologii-926/ (accessed: 14 November 2025).

3. Divina T. V., Petrakova E. A., Vishnevsky M. S. [Classification of Expert Assessment Methods]. Scientific Bulletin, 2020, no. 5, pp. 45–52 (in Russ.).

4. Pullman A. L., Puzyrevskaya A. A. [Delphi Method of Expert Assessments]. Science Time, 2021, no. 5 (89), pp. 105–106 (in Russ.).

Inga G. Afanasyeva
Candidate of Pedagogical Sciences, Department of Economic Mathematics, Informatics and Statistics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., 40, Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0009-0008-6252-3903
Phone: +7 (909) 541-50-45
Email: inga.g.afanaseva@tusur.ru

Ekaterina A. Pikulina
Student, Department of Economic Mathematics, Informatics and Statistics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., 40, Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7-952-177-22-78
Email: pikulina.jekaterina@yandex.ru

УДК 004.021

Н.С. Репьюк, Е.М. Давыдова

АЛГОРИТМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ВАРИАНТОВ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА»

Рассматривается подход по автоматизации процесса создания вариантов контрольных работ на примере дисциплины «Дискретная математика». Данный подход может быть использован для формирования вариантов заданий для различных математических дисциплин, учитывая при этом особенности данной дисциплины.

Ключевые слова: контрольная работа, дискретная математика, алгоритм, программная реализация.

В настоящее время цифровые технологии внедряются в различные сферы жизнедеятельности, в том числе и в процесс обучения в вузах. С помощью различных информационных систем создаются новые методики преподавания ряда дисциплин. Дискретная математика является базовой дисциплиной для технических специальностей, в том числе и для группы специальностей УГНС 10.00.00 «Информационная безопасность». В рамках данной дисциплины на факультете безопасности ТУСУРа рассматриваются следующие разделы [1]:

1) Основные понятия теории множеств. Отношения;
2) Логика высказываний. Булевы функции;
3) Теория графов;
4) Грамматики;
5) Регулярные языки и конечные автоматы;
6) Контекстно-свободные языки и магазинные автоматы;
7) Автоматы Мили и Мура;
8) Криптоавтоматы;
9) Цепи Маркова.

Студенты изучают данную дисциплину один модуль в четвертом семестре [2, 3]. В рамках дисциплины «Дискретная математика» студенты решают пять контрольных работ. Каждая работа оценивается по десятибалльной шкале, при этом проходным баллом является оценка в шесть баллов. Необходимо учитывать, что для каждого студента должен быть предусмотрен уникальный вариант заданий. Из-за большого количества студентов становится проблематично вручную создавать новые варианты всех контрольных работ. Был автоматизирован процесс создания новых вариантов контрольных работ за счет разработки соответствующего программного обеспечения. Генерация вариантов проведена только для первой, третьей и пятой контрольных работ.

Для разработки алгоритма генерации вариантов и последующей его программной реализации рассмотрен состав заданий каждой контрольной работы.

Первая контрольная работа состоит из следующих заданий:

1) приведение логического выражения к дизъюнктивной нормальной форме (ДНФ), используя алгебраические преобразования. Из ДНФ получить СДНФ, используя разложение Шеннона;
2) минимизация алгебраического выражения, используя метод Петрика совместно с одним из следующих методов: Блейка, карты Карно или Квайна – Мак-Класки;
3) получение ДНФ из КНФ или КНФ из ДНФ с помощью карты Карно;
4) преобразование ДНФ к виду СКНФ или КНФ к виду СДНФ;
5) определение с помощью логики предикатов заданного множества.

Состав третьей контрольной работы:

1) нахождение всех суффиксов, префиксов и подстрок для заданной строки;
2) вычисление различных выражений для двух заданных формальных языков;
3) построение схемы вывода заданной сентенции, дерева разбора с перечислением всех сечений для заданной контекстно-свободной грамматики (КСГ);
4) построение КСГ, которая порождает заданный формальный язык;
5) из заданной КСГ построить ε-свободную грамматику.

Пятая контрольная работа состоит из следующих заданий:

1) приведение заданной КСГ к нормальной форме Хомского (НФХ);
2) приведение заданной КСГ к НФХ и построение двух магазинных автоматов для исходной грамматики и для НФХ. Вывести строку символов, которую генерирует грамматика, и разобрать её с помощью магазинного автомата.

На примере первого задания первой контрольной будет рассмотрен подход к формированию задания. Логическое выражение строится на основе выражений, в которых между двумя переменными стоит знак логической операции, также между двумя случайными выражениями ставится знак логической операции. При этом необходимо учитывать, что как переменная,

так и все выражение может стоять под отрицанием. На рисунке 1 представлен алгоритм создания логического выражения.

На рисунках 2–4 представлены укрупненные алгоритмы формирования всех заданий для первой, третьей и пятой контрольных работ соответственно.

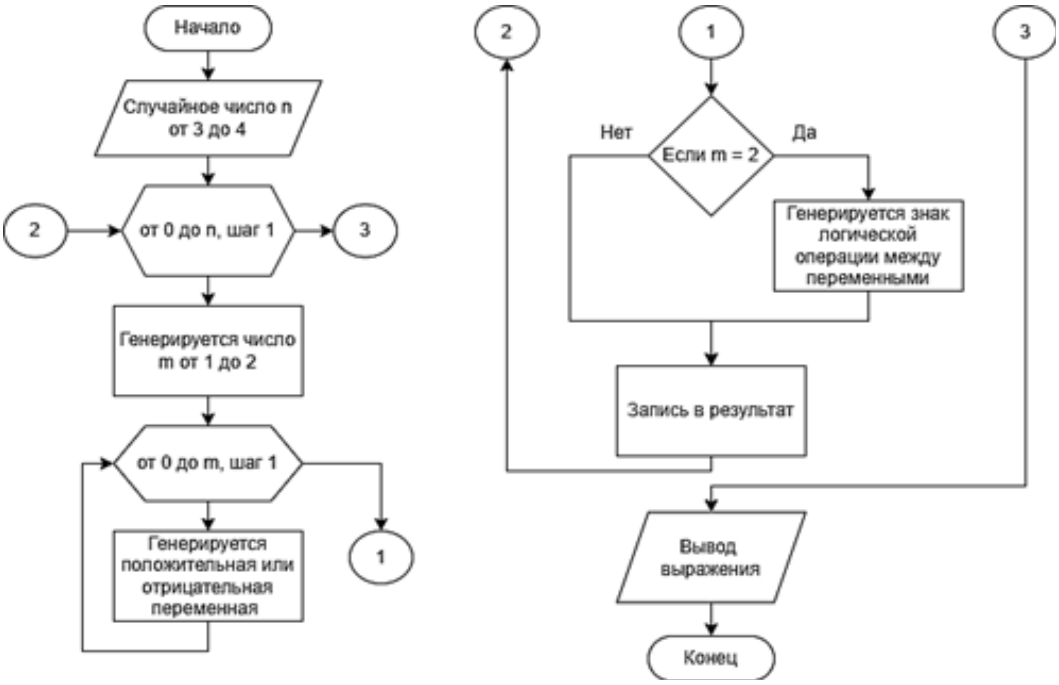


Рисунок 1 – Алгоритм создания логического выражения

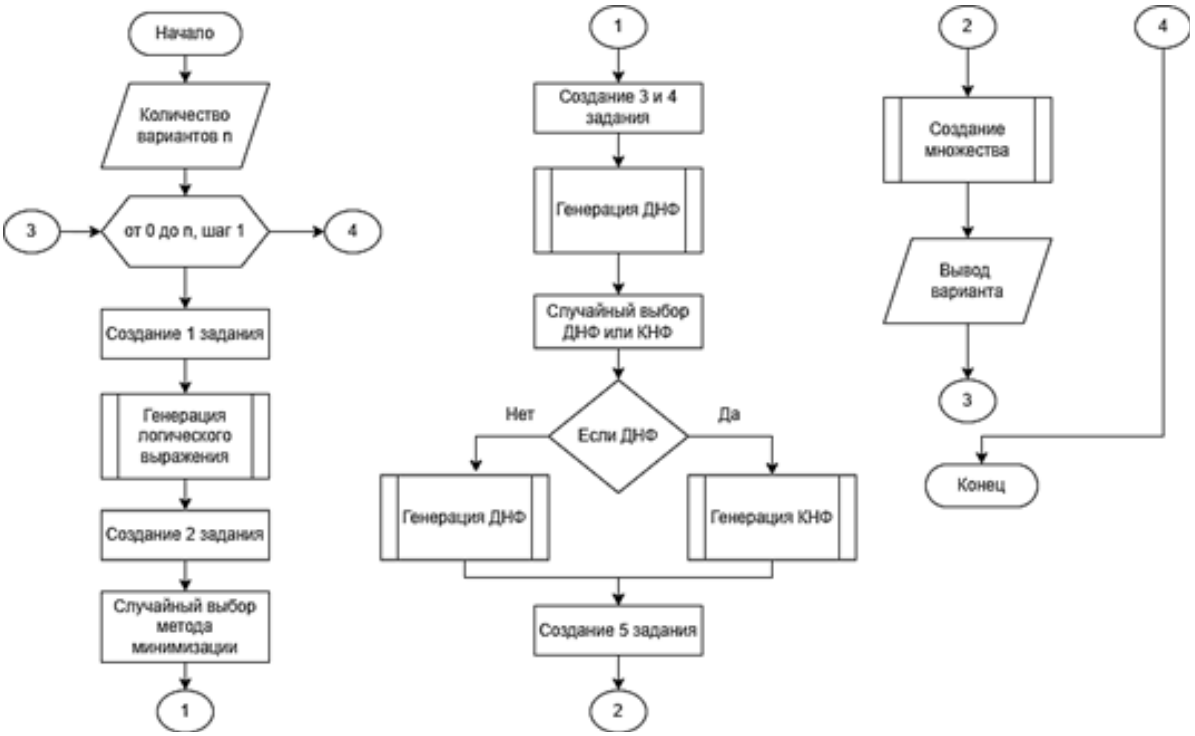


Рисунок 2 – Алгоритм создания вариантов для первой контрольной работы

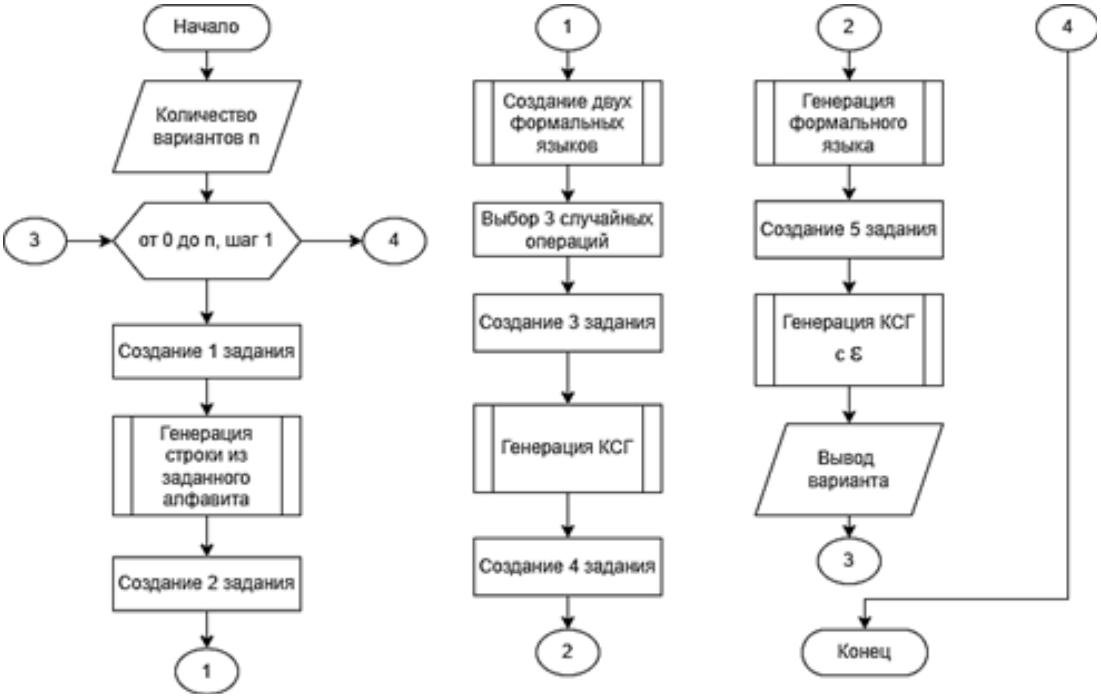


Рисунок 3 – Алгоритм создания вариантов для третьей контрольной работы

Рисунок 4 – Алгоритм создания вариантов
для пятой контрольной работы

Все алгоритмы создания вариантов контрольных работ были реализованы на языке программирования Python 3.12.12, где каждый алгоритм представляет из себя отдельные скрипты. Программы для генерации создают типовые задания для указанного количества вариантов контрольных работ. При формировании заданий учитываются позиции всех символов заданного алфавита, в том числе и символов различных операций. На рисунке 5 представлен сгенерированный вариант первой контрольной работы.

1. Привести к виду ДНФ, используя алгебраические преобразования:

$$f = \overline{x} \to \overline{w} \oplus \overline{y}x$$

Из ДНФ получить СДНФ, используя разложение Шеннона.

2. Минимизировать, используя метод Блейка и метод Петрика:

$$f = w\overline{x}z \vee \overline{w}x \vee xz \vee z\overline{w} \vee zwx \vee \overline{x}z\overline{w}$$

3. Получить ДНФ с помощью карты Карно:

$$f = (\overline{z} \vee y) \wedge (\overline{y} \vee \overline{z} \vee \overline{x}) \wedge (\overline{w} \vee \overline{z} \vee x \vee \overline{y}) \wedge (z \vee y \vee x \vee w) \wedge (y \vee w \vee \overline{z} \vee \overline{x})$$

4. Преобразовать ДНФ к виду СКНФ:

$$f = (y \wedge x \wedge w \wedge \overline{z}) \vee (\overline{x} \wedge \overline{w} \wedge \overline{y} \wedge \overline{z}) \vee (\overline{z} \wedge w) \vee (\overline{y} \wedge x \wedge w \wedge \overline{z})$$

5. Определить множество:

$$A = \{6, 8, 12, 20, \ldots\}$$

Рисунок 5 – Сгенерированный вариант первой контрольной работы

Заключение

Представленный подход внедрения цифровых технологий в процесс формирования вариантов контрольных работ по дисциплине «Дискретная математика» может быть использован и в других дисциплинах. Такой подход позволит создавать уникальные варианты заданий, при этом учитывает специфику как тематики, так и самой дисциплины.

Литература

1. Давыдова Е.М. Дискретная математика: рабочая программа учебной дисциплины «Дискретная математика». Томск, 2023. URL: https://edu.tusur.ru/work_programs/72275 (дата обращения: 15.11.2025).

2. Конев А.А. Модульная организация учебного процесса как способ повышения конкурентоспособности ТУСУРа // Современное образование: повышение конкурентоспособности университетов: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2021. Ч. 1. С. 162–166.

3. Эффект внедрения модульной системы обучения на факультете безопасности / Е.М. Давыдова [и др.] // Перспективы науки и образования. 2025. Ч. 1. С. 149–169.

Давыдова Елена Михайловна
Канд. техн. наук, доцент каф. комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (3822) 70-15-29, доп. 2960 (стационарный)
Эл. почта: dem@fb.tusur.ru

Репьюк Наталья Сергеевна
Аспирант каф. комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (3822) 70-15-29, доп. 2973 (стационарный)
Эл. почта: rns@fb.tusur.ru

E.M. Davydova, N.S. Repyuk

Algorithms for the Formation of Control Works' Options in Discrete Mathematics

The approach to introducing automation of the process of creating control works' options on the example of Discrete Mathematics is considered. That it can be used in generating assignments' options for various mathematical disciplines tak-ing into account their specifics is concluded.

Keywords: examinations, discrete mathematics, algorithm, software realization.

References

1. Davydova E.M. Discrete mathematics: the working program of the academic discipline. Tomsk. 2023. (in Russ.). Available from: https://edu.tusur.ru/work_programs/72275 (accessed: 15 November 2025].

2. Konev A.A. Modulnaya organizaciya uchebnogo processa kak sposob povyshe-niya 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-metodicheskoj konferencii [Modern education: increasing the competitiveness of universities.

Proc. of the International Scientific and Methodological Conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2021, vol. 1, pp. 162–166 (in Russ.).

3. Shelupanov A. A., Davydova E. M., Konev A. A., Yakimuk A. Yu. [The effect of introducing a modular training system at the Faculty of Security]. Perspectives of Science and Education, 2025, vol. 1, pp. 149–169 (in Russ.).

Elena M. Davydova
Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor, Department of Complex Information Security of Computer Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 70-15-29, add. 2960
Email: dem@fb.tusur.ru

Natalya S. Repyuk
PhD student, Department of Complex Information Security of Computer Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 70-15-29
Email: rns@fb.tusur.ru

УДК 372.851

И.А. Жуков, Н.Э. Лугина, А.Л. Магазинникова, М.М. Никольская

О ВЛИЯНИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ИЗУЧЕНИЕ СТУДЕНТАМИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Обсуждается двойственная роль искусственного интеллекта в учебном процессе: его потенциал как вспомогательного инструмента и риск деградации математических навыков при бесконтрольном использовании.

Ключевые слова: обучение математике в техническом вузе, математические компетенции, самостоятельная работа студентов, качество обучения, искусственный интеллект в образовании.

В рамках научно-методической работы коллектив кафедры математики постоянно рассматривал различные аспекты учебного процесса, разрабатывал мероприятия для обеспечения высокого качества обучения математическим дисциплинам. Несмотря на постоянную и серьезную работу, не наблюдается какого-то радикального улучшения в показателях успеваемости студентов. Регулярно поступают жалобы преподавателей профессиональных и смежных дисциплин на то, что студенты не реагируют на заданные вопросы из области математики и не могут сделать элементарные вещи, например правильно прочитать математические символы, узнать (использовать) разложение экспоненты в ряд Тейлора и т.д. Педагогическое сообщество связывает подобные проблемы с уровнем остаточных знаний первокурсников программы средней школы по математике, влиянием ЕГЭ, мотивационными и психологическими проблемами. Помимо этого, выделяют проблему «цифровой деменции» [1, 2]. В таких случаях отмечается ухудшение способности к обучению.

Новым трендом, приобретающим популярность, является применение искусственного интеллекта (ИИ) в сфере образования. Активное использование ИИ – это общее настроение, отражающее состояние культуры и образования. Исследователи отмечают положительные моменты применения ИИ [3, 4]. Широко распространён позитивный прогноз, что ИИ может выступать виртуальным помощником в процессе обучения, предоставляющим персонализированные рекомендации, оказывая помощь в поиске и обработке информации, а также помогая принять решение и найти ответ на поставленный вопрос. Со своей стороны заметим, что аналогичные тексты публиковались и в период компьютеризации учебного процесса с конца 1990-х годов.

Негативным моментом использования ИИ в обучении является риск формирования зависимости у студентов, что может привести к снижению вовлечённости в учебный процесс, ослаблению критического мышления. Помимо этого, существует проблема достоверности ответов, генерируемых ИИ. Общеизвестным является факт, что ИИ может предоставлять выглядящую правдоподобно неполную, бессмысленную или недостоверную информацию («искусственные галлюцинации») [5].

Коллектив кафедры математики, работая со студентами, встретился со всеми проявлениями указанных негативных моментов. При обучении математике и теории вероятностей постоянно проводятся компьютерные тестирования на занятиях, письменные контрольные работы, расчётные практические работы. Последние 2 года все чаще встречаются явные несоответствия представленных студентами работ материалам разработанных электронных курсов и содержанию учебных занятий. Причем в текущем учебном году это делают не один-два человека, а большинство студентов группы. Также преподаватели фиксируют явные различия в «живом» и «опосредованном» через письменные работы и компьютерные тесты общении со студентом. Явление, которое известно в социальных сетях, проникло и в сферу обучения. Мы видим результаты работы «цифрового образа» студента, созданного при помощи ИИ, и он не соответствует реальному положению. В письменных работах регулярно встречаются некорректная запись математических формул, «выпадение» части обозначений, нерациональные решения задач, неестественные приёмы решения задач.

Для решения возникшей проблемы проводятся индивидуальные собеседования с каждым студентом три раза за семестр (коллоквиумы, опросы), где преподаватели сталкиваются с новыми сложностями. Готовясь к собеседованию по пройденным разделам дисциплины, студенты формируют ответы на вопросы с использованием интернет-источников, в том числе ИИ, несмотря на то, что имеют адекватные конспекты, написанные ими собственноручно на занятиях, а также доступ к материалам электронного курса. Существует мнение, что ИИ хорош в кратком изложении текста с сохранением смысла. Поэтому у студентов формируется ощущение, что можно получить тот же самый результат, не прорабатывая учебные материалы курса и свои конспекты. С точки зрения обучения несоответствия в источниках создают дополнительную нагрузку в освоении материала, с которой студенты не справляются. Поскольку, как правило, ответы ИИ не совпадают с методическими материалами,

то студенты не могут поддерживать беседу по своим «ответам». Часто встречаются разночтения в оформлении формулы Ньютона – Лейбница, во многих формулах отсутствуют обозначения производной, возникает нерациональное использование параметрических уравнений прямой и т.д.

Какие пути можно предложить для решения поставленных выше проблем? Даже если бы ИИ выдавал информацию, полностью имитируя методические материалы кафедры, было бы это плюсом для успешного освоения дисциплины студентами? Без индивидуального общения со студентом невозможно распознать самостоятельность выполнения заданий, установить уровень владения материалом. Фактически для каждой работы должен проводиться прокторинг. Корректным можно считать выполнение работы только с ограничением возможностей выхода в Интернет и пользования смартфонами. На уровне кафедры это может быть реализовано только в компьютерном классе во время экзаменационной сессии в присутствии на экзамене двух-трёх преподавателей. Запрет использования ИИ студентами во время выполнения работ – сложный вопрос. Официальные запреты по использованию ИИ в таких случаях должны исходить от администрации вуза.

Какие методы воздействия на студента, представившего работу с нарушением самостоятельности выполнения, можно предложить? Как правило, преподаватели «списанные» работы аннулируют. При переписывании контрольной работы возможно повторное представление несамостоятельно выполненной работы. Предпочтение в этом случае лучше отдать собеседованию. Тогда обучение будет строиться на постоянных и многократных индивидуальных устных собеседованиях. Это практически не реализуемо как с точки зрения затраченных усилий, времени, так и способности студентов проходить подобные опросы.

Подводя итог, можно сказать, что в процессе обучения студент должен пропустить информацию через себя, подкрепить полученный навык эмоциями от полученного результата. Использование ИИ без проработки учебного материала приводит к пробелам в знаниях и навыках. Продуктивное использование ИИ возможно, если студент уже обладает общей математической грамотностью, сформированной системой понятий, знанием возможных вариантов обозначений и определённой «насмотренностью» на математические тексты.

Отметим, что в попытках применения студентами ИИ при обучении математике есть много негативных моментов, которые усиливают уже имеющиеся проблемы. Без морально-волевых усилий студента, понимания принципов и правил обучения, неуклонного следования этим правилам обучение превратится в игру, где которой преподаватель ловит, а студент убегает.

Литература

1. Мухаметзянов И.Ш. Цифровая трансформация образования, цифровая деменция и доказательная педагогика // Информатизация образования и науки. 2024. № 2(62). С. 34–43.

2. Путимцева К.Р. Использование гаджетов в дошкольном детстве: риски цифровой деменции // Общество: социология, психология, педагогика. 2023. № 5(109). С. 31–35. DOI 10.24158/spp.2023.5.3.

3. Пономарь Т.Н. Искусственный интеллект в образовании: ассистент или соперник // Вестник науки. 2025. № 1 (82), Т. 3. С. 650–657. URL: https://www.вестник-науки.рф/article/20877 (дата обращения: 18.12.2025).

4. Kintonova A.Zh., Suleimenova B.B., Shangytbayeva A.K. Artificial intelligence in education // Yessenov Science Journal. 2024. Vol. 48, N 3. P. 303–309. DOI 10.56525/uwkm4465.

5. Кобринский Б.А. Доверие к технологиям искусственного интеллекта // Искусственный интеллект и принятие решений. 2024. № 3. С. 3–17. DOI 10.14357/20718594240301.

Жуков Игорь Андреевич
Канд. техн. наук, ст. науч. сотр. НИИ МЭС Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), доцент каф. математики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0001-7995-3688
Тел.: +7-960-970-86-76
Эл. почта: igor.a.zhukov@tusur.ru

Лугина Наталья Эдуардовна
Канд. физ.-мат. наук, доцент каф. математики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7-913-858-15-30
Эл. почта: natalia.e.lugina@tusur.ru

Магазинникова Анна Леонидовна
Канд. физ.-мат. наук, доцент, зав. каф. математики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7-913-850-37-29
Эл. почта: anna.l.magazinnikova@tusur.ru

Никольская Мария Михайловна
Канд. физ.-мат. наук, доцент каф. математики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0002-9975-7921
Тел.: +7-913-882-63-68
Эл. почта: mariia.m.nikolskaia@tusur.ru

I.A. Zhukov, N.E. Lugina, A.L. Magazinnikova, M.M. Nikolskaya
Impact of Artificial Intelligence on Students' Learning Mathematical Disciplines

The ambiguous role of artificial intelligence (AI) in the educational process is considered. AI education potential as an auxiliary tool and the risks of mathematical skills degradation in uncontrolled use are presented.

Keywords: mathematical education in a technical higher educational institution, mathematical competences, students' independent work, learning quality, artificial intelligence in education.

References

1. Mukhametzyanov I.Sh. [Digital transformation of education, digital dementia and evidence-based pedagogy]. Informatization of education and science, 2024, no. 2(62), pp. 34–43. (in Russ.).

2. Putimtseva K.R. [Gadget Usage in Preschool Childhood: Risks of Digital Dementia]. Society: Sociology, Psychology, Pedagogics, 2023, no. 5, pp. 31–35 (in Russ.). DOI: 10.24158/spp.2023.5.3

3. Ponomar T.N. [Artificial intelligence in education: assistant or opponent]. Bulletin of Science, 2025, vol. III, no. 1(82), pp. 650–657 (in Russ.).

4. Kintonova A.Zh., Suleimenova B.B., Shangytbayeva A.K. [Artificial intelligence in education]. Yessenov Science Journal, 2024, vol. 48, no. 3. pp 303–309. DOI: 10.56525/uwkm4465.

5. Kobrinskii B. A. [Trust in Artificial Intelligence Technologies]. Artificial intelligence and decision making, 2024, no. 3. pp 3–317. doi: 10.14357/20718594240301

Igor A. Zhukov
Candidate of Sciences in Engineering, Senior Researcher, Research Institute of Microelectronic Systems, Assistant Professor, Department of Mathematics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0001-7995-3688
Phone: +7-960-970-86-76
Email: igor.a.zhukov@tusur.ru

Natalia E. Lugina
Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Assistant Professor, Department of Mathematics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7-913-858-15-30
Email: natalia.e.lugina@tusur.ru

Anna L. Magazinnikova
Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Head of Department, Department of Mathematics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7-913-850-37-29
Email: anna.l.magazinnikova@tusur.ru

Mariya M. Nikolskaya
Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Assistant Professor, Department of Mathematics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-9975-7921
Phone: +7-913-882-63-68
Email: mariia.m.nikolskaia@tusur.ru

УДК 519.8:37.016

В.А. Фаерман, С.А. Пашкевич

ПРИМЕНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СРЕДЫ ENGEE ДЛЯ ДИСКРЕТНО-СОБЫТИЙНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Представлен опыт внедрения отечественной среды Engee в учебный процесс факультета безопасности для студентов профиля информационной безопасности. Рассматривается курс по дискретно-событийному моделированию информационно-телекоммуникационных и информационно-аналитических систем, включая лабораторные работы с типовыми системами массового обслуживания. Описан переход от Rockwell Arena к Engee, а также интеграция Python-библиотек через Julia и PyCall. Приведены промежуточные результаты проекта ГПО-2502, включая разработку библиотек классов и учебно-методического обеспечения. Работа демонстрирует возможности сертифицированной отечественной платформы для подготовки специалистов.

Ключевые слова: дискретно-событийное моделирование, телекоммуникационные системы, Engee, Python-интеграция, СМО.

Введение

Подготовка специалистов по информационной безопасности требует не только теоретических знаний, но и практических навыков анализа сложных информационно-телекоммуникационных систем в условиях неопределённости и внешних воздействий. В этом контексте дискретно-событийное моделирование является важным инструментом для изучения динамики систем, выявления узких мест, оценки последствий отказов, атак и перегрузок, а также обоснования проектных и эксплуатационных решений [1]. Освоение методов моделирования развивает системное мышление и повышает готовность выпускников решать задачи обеспечения устойчивости и безопасности информационных ресурсов.

Большинство практических задач дискретно-событийного моделирования опирается на теорию массового обслуживания и теорию надёжности [1, 2], позволяя формализовать процессы поступления и обслуживания заявок, организацию очередей, регистрацию отказов и восстановления элементов, а также количественно оценивать показатели производительности, доступности и живучести. Применение этих методов обеспечивает построение моделей, согласованных с реальными процессами, и формирование воспроизводимых количественных оценок, востребованных при исследовании информационных и телекоммуникационных систем с высокими требованиями к надёжности [3].

Настоящая работа описывает ход и опыт внедрения отечественной среды Engee в учебный процесс факультета безопасности ТУСУРа при преподавании дисциплин по моделированию информационных, информационно-аналитических и телекоммуникационных систем. Использование отечественного ПО обеспечивает технологическую независимость и соответствие требованиям информационной безопасности, объединяя изучение математических принципов моделирования с симуляцией и применение стохастических методов.

Общая характеристика курса

Курс реализуется для всех студентов факультета безопасности, обучающихся по профилю информационной безопасности в рамках модульной системы обучения, что позволит эффективно освоить теоретическую и практическую части курса за 6 недель, так как абсолютная успеваемость студентов после внедрения модульной системы обучения в среднем по факультету выросла на 14%, а качественная успеваемость – на 19% [4]. Теоретическая часть преподаётся в форме потоковых лекций и обеспечивает формирование базовых представлений о методах и средствах моделирования сложных систем. Практическая часть носит вариативный характер и адаптируется в соответствии с компетенциями, предусмотренными образовательной программой. Ниже представлена характеристика общей, инвариантной части курса.

Учебный курс направлен на формирование у студентов фундаментальных знаний и практических навыков моделирования телекоммуникационных и информационно-аналитических систем. Цель дисциплины – изучение теоретических основ моделирования процессов в сложных системах, методов разработки компьютерных моделей, средств имитационного моделирования и обработки результатов вычислительных экспериментов, а также освоение современных инструментальных систем моделирования.

Студенты осваивают методы описания и анализа марковских процессов, систем массового обслуживания и процессов надёжности, включая графы состояний, уравнения Колмогорова и аналитические модели СМО. Практические навыки включают построение и анализ имитационных моделей телекоммуникационных и информационных систем с использованием компьютерных инструментов моделирования.

Структура курса построена последовательно: от общих вопросов теории и математического моделирования к специализированным методам анализа и прикладным моделям. Существенную часть как теоретического курса, так и практического курса составляет дискретно-событийное моделирование и теория массового обслуживания. Практическая часть курса является вариативной в значительно большей степени – у обучающихся двух направлений предусмотрено семестровое продолжение в формате курсового проектирования.

Особенностью второй части курса является применение студентами приобретённых знаний о математическом аппарате и принципах моделирования сложных систем, а также практических навыков работы с инструментами компьютерного моделирования для решения задач своей специализации. Обучающиеся самостоятельно выбирают тему курсовой работы и инструмент моделирования, что повышает их вовлечённость и ответственность. Эффективность такой практики подтверждается опытом последних пяти лет: у не менее чем десяти студентов курсовая работа стала отправной точкой для научно-исследовательской деятельности и последующего дипломирования.

Содержание практической части курса

Лабораторные работы курса преимущественно посвящены исследованию типовых моделей массового обслуживания, которые, с одной стороны, обладают практической значимостью для анализа информационно-телекоммуникационных систем, а с другой – относительно просты в логико-алгебраическом описании, что делает их удобной учебной базой для освоения методов теории массового обслуживания без глубокой математической подготовки. В качестве примеров таких систем рассматриваются многоканальные системы обработки запросов, модели обслуживания с ограниченным числом источников заявок, а также модели с «нетерпеливыми» заявками и модели Эрланга, отражающие характерные процессы в сетях передачи данных, распределённых системах обслуживания и очередях пакетной обработки в телекоммуникационных узлах.

До недавнего времени выполнение лабораторных работ осуществлялось в среде Rockwell Arena, являющейся одной из наиболее широко используемых в академической практике сред дискретно-событийного имитационного моделирования. Arena предоставляет пользователю графический интерфейс для построения моделей на основе блок-диаграмм и блоков логики, что существенно облегчает визуализацию и понимание потоков заявок, очередей, обработки и ресурсов без необходимости программирования с нуля. Благодаря этому студенты могут сосредоточиться на построении и анализе моделей массового обслуживания и интерпретации результатов экспериментов, а не на детальной реализации программного кода [5].

Однако в последние годы использование Arena столкнулось с рядом существенных ограничений: среда аффилирована с Microsoft и принципиально не совместима с Unix-подобными системами (включая Asta Linux), оптимизирована для работы совместно с офисным пакетом Microsoft, правомерное использование которого ныне существенно ограничено, а информационные материалы доступны только на английском языке. По этим причинам было принято решение рассмотреть отечественные альтернативы, единственной сертифицированной и наиболее перспективной из которых является среда Engee.

Среда моделирования Engee

Engee – российская платформа для инженерных расчётов, анализа данных и моделирования технических систем, разработанная с применением методологии модельно-ориентированного проектирования [6]. Она предназначена для математического моделирования, динамической симуляции и генерации кода для аппаратного обеспечения, объединяя возможности выполнения скриптов, численных расчётов, визуализации и моделирования. Среда поддерживает несколько языков, включая Julia, Python, MATLAB и C/C++ [7].

По структуре и математическому ядру Engee близка к MatLab. Основным языком является Julia, синтаксически схожий с MatLab, а графическая среда Engee Designer позволяет строить структурные модели в стиле блок-диаграмм, аналогично Simulink [5]. Однако набор готовых библиотек для графического моделирования ограничен и отсутствует аналог библиотеки SimEvents.

Дискретно-событийное моделирование в Engee

Среда Engee поддерживает язык Julia и предоставляет возможности интеграции с внешними инструментами, включая библиотеки языка Python через модуль PyCall. Этот механизм позволяет использовать популярные пакеты Python (NumPy, SimPy, Matplotlib) внутри Engee без нарушения требований сертифицированной защищённой среды. Такой подход обеспечивает единое рабочее пространство для построения моделей, проведения вычислительных экспериментов, визуализации результатов и статистической обработки данных, сочетая гибкость Python с безопасностью отечественной платформы [8].

Для практического освоения дискретно-событийного моделирования в учебных проектах использовались одноканальные модели систем массового обслуживания. В рамках этих проектов библиотека SimPy обеспечивала формализацию ключевых компонентов СМО: очередей заявок, ресурсов, механизмов ожидания и приоритета, генерацию случайных событий с экспоненциальным распределением и управление временем событий. Имитационная модель СМО с ожиданием и одним сервером, например, реализовывалась как совокупность независимых процессов, что

позволяло подробно отслеживать поступление заявок, их ожидание и обработку, а также проводить статистический анализ результатов.

Интеграция Python-библиотек через Julia и PyCall показала, что можно сохранить преимущества известных инструментов для дискретно-событийного моделирования при соблюдении требований информационной безопасности. Это особенно актуально для использования в государственных и образовательных организациях, где применение неклассифицированного ПО ограничено [8].

Ход разработки и промежуточные результаты

Разработка инструментов для платформы Engee и соответствующего учебно-методического обеспечения осуществляется в рамках проекта ГПО-2502 «Разбор и исследование практических кейсов математического дискретно-событийного моделирования информационных и телекоммуникационных систем», который был инициирован в сентябре 2025 года. Одна из целей проекта состоит в создании отечественного инструментария для дискретно-событийного моделирования и обеспечение его интеграции в учебный процесс, включая выполнение лабораторных и курсовых работ.

На текущем этапе реализована библиотека классов вне графической среды Engee, построенная на базе библиотеки SimPy и модуля PyCall. Эта библиотека применяется для выполнения четырёх лабораторных работ: M/M/1, M/M/n/r, M/M/1/r с «нетерпеливыми» заявками и M/M/1/0 Эрланга. Одновременно подготовлено соответствующее учебно-методическое обеспечение, которое планируется апробировать в первом модуле осеннего семестра 2026/27 учебного года. Данный этап обеспечивает возможность проведения учебных экспериментов с типовыми системами массового обслуживания, демонстрируя ключевые принципы дискретно-событийного моделирования.

Дальнейшая работа в рамках проекта будет ориентирована на три основные направления. Во-первых, на описание простейших структурных компонентов дискретно-событийных систем, а именно генератора заявок, блока задержек, блока очереди и блока удаления заявок, с целью включения их в пользовательскую библиотеку для графической среды Engee Designer. Во-вторых, на расширение учебно-методического обеспечения для моделирования других типовых систем, включая системы с отказами и отключением сервера. В-третьих, на реализацию практических кейсов моделирования информационных и телекоммуникационных систем и подготовку на их основе руководства по выполнению курсовых работ, что позволит интегрировать результаты проекта в образовательный процесс и повысить практическую значимость дисциплины.

Заключение

Внедрение отечественной среды Engee в учебный процесс факультета безопасности ТУСУРа позволяет сочетать освоение фундаментальных методов дискретно-событийного моделирования с практическими навыками работы в сертифицированной и защищённой среде. Использование Engee обеспечивает студентам возможность изучения математического аппарата теории массового обслуживания и моделирования информационно-телекоммуникационных систем, включая стохастические и дискретно-событийные процессы. Разработка библиотек и учебно-методического обеспечения, а также интеграция возможностей Python через язык Julia и модуль PyCall демонстрируют эффективный подход к реализации современных вычислительных инструментов в образовательной практике.

Литература

1. Шелухин О.И., Тенякшев А.М., Осин А.В. Моделирование информационных систем. М.: Радиотехника, 2005. 368 с.

2. Alfa A.S. Queueing Theory for Telecommunications: Discrete Time Modelling of a Single Node System. Springer, 2014. 238 p.

3. Stewart W.J. Probability, Markov Chains, Queues, and Simulation: The Mathematical Basis of Performance Modeling. Princeton: Princeton University Press, 2009. 530 p.

4. Эффект внедрения модульной системы обучения на факультете безопасности / Е.М. Давыдова [и др.] // Перспективы науки и образования. 2025. № 1. С. 149–169.

5. Engee: среда математических вычислений и инженерных исследований // Engee. URL: https://start.engee.com/ltc (дата обращения: 11.02.2025).

6. Сидоров М. Engee – лучшая альтернатива MATLAB, Simulink, Amesim // Хабр : блог компании ЦИТМ Экспонента. 06.11.2024. URL: https://habr.com/ru/companies/etmc_exponenta/articles/854554/ (дата обращения: 11.02.2025).

7. Gray M. Discrete Event Simulation: A Review of SimEvents // Computing in Science & Engineering. 2007. Vol. 9, N 6. P. 62–66. DOI 10.1109/MCSE.2007.112.

8. Работа с Python / Интеграция Python через пакет PyCall.jl // Документация Engee. URL: https://engee.com/helpcenter/stable/ru/guide/working-with-python.html (дата обращения: 11.02.2025).

Фаерман Владимир Андреевич
Ст. преподаватель каф. комплексной информационной безопасности электронных вычислительных систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0002-9643-0245
Эл. почта: fva@fb.tusur.ru

Пашкевич Станислав Александрович
Преподаватель каф. комплексной информационной безопасности электронных вычислительных систем Томского госу-

дарственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0002-9643-0245
Эл. почта: psa@fb.tusur.ru

V.A. Faerman, S.A. Pashkevich

Application of Domestic Engee Software for Discrete-Event Modeling of Information and Telecommunication Systems

The experience of integrating the Russian Engee environment into the educational process at the Faculty of Security for students specializing in information security is examined. The course on discrete-event modeling of information, telecommunication, and information-analytical systems including laboratory work with typical queueing systems is described. The transition from Rockwell Arena to Engee, as well as the integration of Python libraries via Julia and PyCall is considered. Interim results of project GPO-2502 including the development of class libraries and educational-methodological materials are shown. The capabilities of a certified domestic platform for specialist training are presented.

Keywords: discrete-event modeling, telecommunication systems, Engee, Python integration, queueing systems

Reference

1. Shelukhin O.I., Tenyakshev A.M., Osin A.V. Modelirovanie informatsionnykh sistem [Modeling of Information Systems]. Moscow, Radiotekhnika Publ., 2005. 368 p. (in Russ.).

2. Alfa A.S. Queueing Theory for Telecommunications: Discrete Time Modeling of a Single Node System. Springer, 2014. 238 p.

3. Stewart W.J. Probability, Markov Chains, Queues, and Simulation: The Mathematical Basis of Performance Modeling. Princeton, Princeton University Press Publ., 2009. 530 p.

4. Shelupanov A. A., Davydova E. M., Konev A. A., Yakimuk A. Yu. [The effect of introducing a modular training system at the Faculty of Security]. Perspectives of Science and Education, 2025, no. (1), pp. 149–169 (in Russ.).

5. Engee: Platform for Mathematical Computing and Engineering Research. (in Russ.). Available at: https://start.engee.com/ltc (accessed: 2 November 2026).

6. Sidorov M. Engee – the Best Alternative to MATLAB, Simulink, Amesim. Habr: blog of ETMC Exponenta (06 November 2024). (in Russ.). Available at: https://habr.com/ru/companies/etmc_exponenta/articles/854554/ (accessed: 2 November 2026).

7. Gray M. Discrete Event Simulation: A Review of SimEvents. Computing in Science & Engineering, 2007, vol. 9, no. 6, pp. 62–66. DOI: 10.1109/MCSE.2007.112.

8. Working with Python. Python Integration via PyCall.jl. Engee Documentation. (in Russ.). Available at: https://engee.com/helpcenter/stable/ru/guide/working-with-python.html (accessed: 2 November 2026).

Vladimir A. Faerman
Senior Lecturer, Department of Complex Information Security of Computer Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia 634050
ORCID: 0000-0002-9643-0245
Email: fva@fb.tusur.ru

Stanislav A. Pashkevich
Lecturer, Department of Complex Information Security of Computer Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia 634050
ORCID: 0000-0002-9643-0245
Email: psa@fb.tusur.ru

Секция 7
Индивидуализация обучения – возможность профессионального роста будущих специалистов

УДК 378.22

В.В. Мизина, Л.В. Панкова, П.В. Захаров

К ВОПРОСУ ПОДГОТОВКИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА В УСЛОВИЯХ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Анализируется подход к подготовке преподавателей на базе технического университета в условиях современных изменений в высшем образовании. Рассмотрена программа магистратуры, реализуемая в Санкт-Петербургском политехническом университете с 2025 года. Уникальность программы заключается в присвоении двух квалификаций, одна из которых педагогическая. Ещё одной особенностью является сетевое взаимодействие с Российским педагогическим университетом. Представленная программа магистратуры является воплощением идеи специализированного высшего образования, являясь, по сути, целевой практико-ориентированной программой, отвечающей актуальным потребностям рынка труда в подготовке преподавателей.

Ключевые слова: программа магистратуры, специализированное высшее образование, сетевое взаимодействие, педагогическое образование.

Современные условия стремительного развития науки и техники, смены технологий, быстрые изменения на рынке труда требуют существенного преобразования подходов к подготовке кадров. Главными требованиями, предъявляемыми сегодня к новым моделям высшего образования, являются практикоориентированность, соответствие выпускников требованиям работодателей и решение кадровых вопросов страны. Удовлетворить этим требованиям призван переход на новые уровни образования (базовое высшее, специализированное высшее и профессиональное), внедрением которых в качестве пилотного проекта с 2023 года занимаются шесть ведущих учебных заведений России [1].

Поиском и апробацией новых моделей образования занимается и Санкт-Петербургский политехнический университет (СПбПУ), предлагая новые образовательные программы, отвечающие современным требованиям. Так, в 2025 году открыт набор на магистерскую программу «Физика и прикладная математика в науке и образовании». Программа открыта в рамках направления 03.04.01 «Прикладная математика и физика», но предполагает возможность получения дополнительной квалификации «Педагогическое образование» [2]. Обучаясь в магистратуре, студенты решают прежде всего научно-исследовательские задачи в области прикладной физики и математики, компьютерного моделирования физических процессов. Основное внимание уделяется применению высокопроизводительных вычислителей к решению физических задач, как классическими методами, так и с использованием квантово-механических подходов, посредством интеллектуальных систем, в том числе физически информированных нейросетей. Широта охвата предлагаемой научной тематики, работа с ведущими преподавателями СПбПУ, Санкт-Петербургского национального исследовательского Академического университета имени Ж.И. Алфёрова РАН, а также индустриальным партнером, позволяет студентам выбрать наиболее интересные для них направления. Таким образом, обеспечивается персонифицированный подход в процессе обучения.

Уникальным для программы является получение выпускниками одновременно двух квалификаций, одна из которых педагогическая, что существенно расширяет карьерные возможности [3]. Включение в учебный план дисциплин педагогического блока («История и современные аспекты педагогической науки», «Возрастная психология образования», «Цифровая педагогика») позволяет студентам овладеть профессиональными компетенциями преподавателя в области физико-математических наук, психолого-педагогическими технологиями в профессиональной деятельности. Для усиления педагогической составляющей программы было установлено сетевое взаимодействие с Российским педагогическим университетом имени А.И. Герцена (РГПУ), имеющем богатый опыт в подготовке учителей физики и математики. Занятия по дисциплине «Методика преподавания физико-математических дисциплин. Физика» проводятся заведующим кафедрой «Методики обучения физики» РГПУ. Комплексный подход к подготовке будущих преподавателей дает возможность приступить к преподавательской деятельности сразу после завершения обучения в магистратуре.

Необходимость открытия такой программы была продиктована проблемой нехватки преподавателей физики и математики в образовательных учреждениях разного уровня. Причём и в школах, и в средних профессиональных образовательных учреждениях сегодня требуются преподаватели не просто с базовыми знаниями по дисциплине. Необходимы преподаватели, имеющие опыт научно-исследовательской работы, интегрирующие принципы инженерного образования в учебный процесс, владеющие современными информационно-коммуникативными технологиями.

Программа отвечает требованиям специализированного высшего образования. Она предназначена

для студентов с базовым физико-математическим и инженерным образованием, которые хотят не только углубить свои знания в области физики и математики, продолжить свою исследовательскую карьеру, но и вести педагогическую деятельность. Студенты имеют возможность заниматься наукой и внедрять результаты своей научной деятельности в учебный процесс. Выпускная квалификационная работа каждого магистра будет включать раздел об использовании своих научных разработок в учебном процессе.

Большой упор делается на педагогическую практику, которая планируется в школах Санкт-Петербурга, на кафедре физики СПбПУ и РГПУ. Педагогическая практика на базе вузов позволит познакомиться с опытом ведущих преподавателей, будет способствовать последовательному приобщению магистрантов к академической культуре, что тоже немаловажно в связи с «кадровым голодом» и в преподавательской среде.

По результатам приёмной кампании 2025 г. все обучающиеся по программе имеют базовое физико-математическое или техническое образование. Это студенты с направлений «Физика», «Прикладные математика и физика», «Электроэнергетика и электротехника», «Строительство», «Геология и разведка полезных ископаемых», «Метрология и стандартизация», «Техносферная безопасность», «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и т.д. Многие уже занимаются преподавательской деятельностью в школах и центрах дополнительного образования. Данная программа стала для них осознанным выбором, возможностью получения педагогической квалификации, повышения педагогического мастерства.

Таким образом, представленная программа магистратуры за счет собственных образовательных стандартов является воплощением идеи специализированного высшего образования, являясь, по сути, целевой практико-ориентированной программой, отвечающей актуальным потребностям рынка труда в подготовке преподавателей нового уровня. Присвоение сразу двух квалификаций на базе модели сетевого взаимодействия технического и педагогического университетов отвечает современным требованиям к подготовке специалистов.

Литература

1. Бермус А.Г. Проблемы и перспективы постболонского реформирования системы высшего образования в России: теоретический обзор // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2025. Т. 10, № 1. С. 43–51.

2. Образовательная программа уровня магистратуры с присвоением двух квалификаций по инженерному и педагогическому направлениям / П.В. Захаров [и др.] // Физика в школе. 2025. № S3. С. 84–87.

3. Бодров А.В. К вопросу об одновременном получении обучающимися нескольких квалификаций // Университетское управление: практика и анализ. 2022. № 2. С. 59–66.

Мизина Виктория Валерьевна
Канд. физ.-мат. наук, доцент каф. физики Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ)
Политехническая ул., 29, г. Санкт-Петербург, Россия, 195251
ORCID ID: 0000-0002-0751-4907
Тел.: +7 (812) 552-77-90
Эл. почта: mizina_vv@spbstu.ru

Панкова Людмила Владимировна
Канд. экон. наук, проректор по образовательной деятельности Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ)
Политехническая ул., 29, г. Санкт-Петербург, Россия, 195251
ORCID: 0000-0002-8142-909X
Тел.: +7 (812) 552-40-57
Эл. почта: vicerector.educ@spbstu.ru

Захаров Павел Васильевич
Д-р физ.-мат. наук, директор института физики и математики (ИФиМ) Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ)
Политехническая ул., 29, г. Санкт-Петербург, Россия, 195251
ORCID: 0000-0002-6410-1594
Тел.: +7 (812) 552-77-90
Эл. почта: zaharov_pv@spbstu.ru

V.V. Mizina, L.V. Pankova, P.V. Zaharov

Teachers' Training in an Engineering University in Educational Transformation Conditions

The approach to training university lecturers at an engineering university in conditions of modern transformations in higher education is considered. The Master degree program implemented at Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University since 2025 is examined. The program uniqueness is in getting qualifications, one of which is pedagogical. Another feature is the network collaboration with the Russian Pedagogical University. The presented Master degree program embodies the idea of specialized higher education and is a targeted practice-oriented program that meets the current needs of the labor market in teachers' training.

Keywords: Master degree program, specialized higher education, networking, teachers' education.

References

1. Bermus A. G. [Problems and Prospects of Post-Bologna Reform of the Higher Education System in Russia: A Theoretical Review]. Pedagogy. Theoretical and Practical Issues, 2025, vol. 10, no. 1, pp. 43-51 (in Russ.).

2. Zakharov P. V., Mizina V. V., Pankova L. V., Dubyago V. V. [Educational Program of the Master Level with Getting Two Qualifications in Engineering and Pedagogical Areas]. Physics at School, 2025, no. S 3, pp. 84-87 (in Russ.).

3. Bodrov A. V. [On the Issue of Simultaneous Obtaining Several Qualifications by Students]. University Management: Practice and Analysis, 2022, no. 2, pp. 59-66 (in Russ.).

Viktoriya V. Mizina
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of Physics, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU)
29, Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, Russia, 195251
ORCID: 0000-0002-0751-4907
Phone: +7-812-552-77-90
Email: mizina_vv@spbstu.ru

Ludmila V. Pankova
Candidate of Economic Sciences, Vice-Rector for Educational Activities, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU)
29, Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, Russia, 195251
ORCID: 0000-0002-8142-909X
Phone: +7- 812-552-40-57
Email: vicerector.educ@spbstu.ru

Pavel V. Zaharov
Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Director, Institute of Physics and Mathematics of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU)
29, Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, Russia, 195251
ORCID: 0000-0002-6410-1594
Phone: +7-812-552-77-90
Email: zaharov_pv@spbstu.ru

УДК 37.022

А.В. Никоненко

ДИНАМИКА И ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕРЕСА К ПРЕДМЕТУ «ФИЗИКА» У ШКОЛЬНИКОВ И СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Представлены результаты опроса об уровне интереса к физике среди школьников 7–11-х классов и студентов первого курса университета. Анализируется выявленная динамика изменения интереса, включая его спады и подъемы на различных образовательных этапах. На основе полученных данных и анализа типичных вызовов предложены комплексные методические рекомендации, направленные на стимулирование и поддержание устойчивого интереса к физике через интеграцию теоретического обучения, практической деятельности и современных цифровых технологий.

Ключевые слова: физика, мотивация, образование, методические рекомендации, проектная деятельность, компьютерное моделирование.

Введение

Физика является ключевой дисциплиной в системе естественно-научного образования, формирующей аналитическое мышление, развивающей логику и служащей фундаментом для многих инженерных и технологических специальностей. В современном мире, характеризующемся стремительным развитием технологий, устойчивый интерес к физике и другим естественным наукам имеет критическое значение для подготовки компетентных кадров. Однако проблема поддержания и развития мотивации к изучению физики остаётся актуальной на всех этапах образовательного процесса. Данная статья ставит целью проанализировать динамику интереса к физике на основе свежих данных опроса школьников и студентов первых курсов Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), выявить факторы, влияющие на эту динамику, и предложить эффективные методические рекомендации, способствующие повышению вовлеченности учащихся и студентов в изучение физики.

Методология исследования и анализ

Для оценки уровня интереса к физике был проведен опрос среди учащихся 7–11-х классов общеобразовательной школе и студентов первого курса университета. Респондентам задавался вопрос: «Является ли физика Вашим любимым предметом?». Опрос показал, что среди школьников 7–8-х классов физика является любимым предметом для 30% обучающихся, в 9-м классе – для 20%, в 10-м классе – для 35%, в 11-м классе – для 40%. У студентов первого курса физика является любимым предметом для 30% обучающихся.

Анализ данных выявляет следующие ключевые тенденции.

1. Стабильно высокий начальный интерес (7–8-е классы): начало изучения физики в 7–8-м классе демонстрирует достаточно высокий уровень интереса (30%). Это может быть связано с новизной предмета, наглядностью первых тем (механика, простые электрические явления) и использованием активных демонстраций физических эффектов.

2. Выраженный спад в 9-м классе: существенное снижение интереса до 20%. В этом классе программа физики усложняется, вводятся более абстрактные понятия (оптика, атомная физика) и возрастает роль математического аппарата. Дополнительное давление оказывает подготовка к основному государственному экзамену (ОГЭ), что может смещать фокус с «любимого предмета» на «обязательный».

3. Восстановление и пик интереса в старшей школе (10–11-е классы): к 10-му классу интерес к физике начинает восстанавливаться (35%) и достигает своего максимума в 11-м классе (40%). Этот рост, вероятно, объясняется процессом самоопределения и профессиональной ориентации. Учащиеся, выбирающие физику для сдачи Единого государственного экзамена (ЕГЭ) и поступления в технические вузы, уже обладают выраженной мотивацией и склонностью к предмету.

4. Ослабление интереса на первом курсе университета: при переходе в университет наблюдается снижение количества студентов, считающих физику предпочтительным предметом, до 30%. Этот факт требует особого внимания. Возможные причины:

- ✓ широкий круг студентов, поступивших на разные специальности, где физика является общеобразовательной дисциплиной, но не профильной;
- ✓ значительное усложнение материала и рост требований в высшей школе;
- ✓ адаптация к новым формам обучения и большая академическая нагрузка;
- ✓ возможное несоответствие ожиданий от университетской физики и реальной программы.

Динамика интереса, выявленная в опросе, указывает на наличие критических точек в образовательном процессе, требующих целенаправленных методических вмешательств.

На школьном уровне:

✓ «разрыв» между теорией и практикой: отсутствие явной связи между изучаемыми законами и их применением в реальном мире или в современных технологиях снижает мотивацию [1];

✓ давление экзаменов;

✓ качество преподавания: стиль изложения материала, личность учителя, его способность вдохновлять и демонстрировать практическую значимость физики.

На университетском уровне:

✓ «шок» первого курса: переход от школьной физики к университетской сопряжен с резким увеличением объема материала, а также изменением требований к самостоятельной работе. Это может демотивировать даже тех студентов, кто в школе проявлял к физике большой интерес;

✓ недостаточная связь с будущей специальностью: для студентов непрофильных направлений общефизический курс может восприниматься как «обязательная нагрузка», если не показать его фундаментальную роль в их будущей профессии;

✓ отсутствие ранней вовлеченности в исследования: студенты часто ожидают более прикладной и научно-исследовательской деятельности, чем им предлагает базовый курс.

Методические рекомендации по стимулированию и поддержанию интереса к физике

Для формирования и поддержания устойчивого интереса к физике на всех этапах обучения необходимо интегрировать теорию, практику и современные технологии, делая акцент на активных формах обучения и связи с реальным миром.

Для школьного образования:

7–8-е классы – активизация познавательной деятельности и наглядность

– Демонстрационные эксперименты: максимальное использование эффектных и наглядных демонстраций, объясняющих повседневные явления.

– Интерактивные лаборатории: использование виртуальных лабораторий и для визуализации невидимых процессов.

– «Физика в быту»: примеры работы физических законов в повседневной жизни, в различных устройствах, окружающих школьников.

– Игровые технологии: включение элементов геймификации, физических квестов, викторин для повышения вовлеченности [2].

9-й класс – преодоление спада интереса через проблемное обучение и проекты

– Проблемно-ориентированное обучение: формулирование задач, стимулирующих поиск решения и применение знаний.

– Краткосрочные исследовательские проекты: предложение тем для небольших проектов, где учащиеся могут выбрать интересующее направление и провести мини-исследование.

– Применение компьютерных симуляций: использование программ для моделирования более сложных явлений с целью лучшего понимания абстрактных концепций.

10–11-е классы – углубление через проектную деятельность и связь с карьерой

– Долгосрочные проектные работы: включение в учебный процесс проектов, требующих более глубокого анализа, экспериментальной проверки и применения современных технологий.

– Гостевые лекции: приглашение ученых, инженеров, представителей IT-индустрии для рассказа о своей работе и применении физических знаний.

– Компьютерное моделирование и анализ данных: обучение основам работы с программами, используемыми в науке и инженерии.

– Профориентационные мероприятия: экскурсии в вузы, научные центры, на промышленные предприятия.

– Междисциплинарные курсы: факультативы, объединяющие физику с информатикой, робототехникой, химией.

Для университетского образования (1-й курс)

1. «Мост» от школы к вузу:

– адаптационные курсы/модули: введение в методы и требования университетского обучения, демонстрация связи школьной и вузовской физики;

– прикладные аспекты фундаментальной физики: в каждом разделе курса «Общая физика» акцентировать внимание на инженерных, технологических и научных приложениях изучаемых законов;

– интеграция с профессиональными дисциплинами: демонстрация роли физики в будущей специальности студента;

2. Активные методы обучения:

– кейс-методы: решение реальных производственных или исследовательских задач, требующих применения физических знаний;

– проектное обучение: включение в программу небольших исследовательских или инженерных проектов, выполняемых в группах;

– раннее вовлечение в НИРС: привлечение студентов к научно-исследовательской работе на кафедрах, участие в конференциях и семинарах;

– развитие коммуникативных навыков: организация дискуссий, презентаций, работы в команде;

– менторство: программа менторства, где старшекурсники или преподаватели помогают первокурсникам адаптироваться к университетской жизни и учебе.

Заключение

Анализ опроса выявил, что интерес к физике не является линейной функцией в зависимости от класса или курса. Несмотря на обнадеживающий начальный уровень интереса, наблюдается критический спад в 9-м классе и неожиданное снижение на первом курсе университета после пика в 11-м классе. Это указывает

на необходимость разработки и внедрения комплексных образовательных стратегий, способных поддерживать и развивать мотивацию на всех этапах обучения. Интеграция теории, практики и современных технологий, акцент на проблемном и проектном обучении, демонстрация связи физики с реальным миром и будущей профессией все это является краеугольным камнем в формировании устойчивого интереса к физике. Целенаправленная работа по данным направлениям позволит не только увеличить число учащихся, влюбленных в физику, но и воспитать новое поколение критически мыслящих специалистов, готовых к решению сложных вызовов современного мира.

Литература

1. Филипович Л.А., Кондаурова И.Г. Повышение уровня сформированности учебной мотивации и познательной самостоятельности при изучении естественно-научных дисциплин // Вестн. Самарского гос. техн. ун-та. Психолого-педагогические науки. 2023. Т. 20, № 1. С. 87–100.

2. Мерзлякова О.П. Геймификация как технология развития субъективности школьников в процессе обучения физике // Ученые записки Орловского государственного университета. 2024. № 3 (104). С. 234–239.

Никоненко Алиса Владимировна
Канд. техн. наук, доцент каф. физики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0003-0937-1329
Тел.: +7 953-917-13-04
Эл. почта: aliska-nik@mail.ru

A.V. Nikonenko

Dynamics and Factors of Interest Formation to ‘Physics’ Discipline among Schoolchildren and University Students

The results of a survey on interest in physics among schoolchildren in 7-11 grades and first-year university students are presented. The revealed dynamics of interest changes, including its ups and downs at various educational stages are analyzed. Based on the data obtained and the analysis of typical challenges, comprehensive methodological recommendations aimed at stimulating and maintaining a sustained interest in physics through the integration of theoretical education, practical activities and modern digital technologies are proposed.
Keywords: physics, motivation, education, methodological recommendations, project-based activities, computer modeling.

References

1. Filipovich L.A., Kondaurova I.G. [Increasing the level of formation of educational motivation and cognitive independence in the study of natural sciences]. Vestnic of Samara state technical university. Psychological and Pedagogical Sciences, 2024, vol. 20, no. 1, pp. 87–100 (in Russ.).

2. Merzlyakova O.P. [Gamification as a technology for the development of subjectivity of schoolchildren in the process of teaching physics]. Scientific Notes of Orel State University, 2024, vol. 3, no. 104, pp. 234–239 (in Russ.).

Alisa V. Nikonenko
PhD student, Department of Physics, Department of Radio Engineering Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0003-0937-1329
Phone: +7 953-917-13-04
Email: aliska-nik@mail.ru

УДК 001.501/7.092

А.В. Лячин

ОПЫТ ПОДГОТОВКИ, ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКИХ ПРЕДМЕТНЫХ ОЛИМПИАД ПО ФИЗИКЕ

Обращается внимание на современные тенденции олимпиадного движения в университете. Олимпиадное движение должно способствовать выявлению студентов и магистрантов с нестандартным, оригинальным, творческим мышлением, которые в будущем могут составить элиту российской науки. Автор делится своим опытом и наблюдениями о трансформации отношения студентов и руководства вузов Томска к подготовке, организации и проведению предметной олимпиады по физике.

Ключевые слова: олимпиада по физике, студенческие олимпиады, воспитательная работа в вузе.

Актуальность темы и обоснование проблемы

Олимпиадное движение по общеобразовательным предметам в России имеет своей целью выявление, поддержку одарённых школьников, студентов среднего и высшего профессионального образования; развитие у обучающихся творческих способностей и интереса к научной (научно-исследовательской) деятельности; пропаганду научных знаний; отбор лиц, проявивших выдающиеся способности, в составы сборных команд Российской Федерации для участия в международных олимпиадах по общеобразовательным предметам [1].

Основываясь на опыте подготовки студентов ТУСУРа и проведения внутривузовских и региональных (межвузовских) олимпиад по физике, автор статьи обратил внимание на снижение интереса студентов и руководства вузов в организации предметных олимпиад. И это проблема не одного вуза, а тенденция во всех томских вузах. Возможно, по другим предметам данная проблема стоит не так остро, но по физике она принимает катастрофический размер.

Цель работы – автор данной статьи пытается осмыслить мотивацию организаторов и участников олимпиад по физике как на школьных этапах, так и в вузах, выявить проблемы и предложить возможные варианты их решения.

Описание и обоснование методов исследования

Школьные олимпиады проводятся вузами для выявления и привлечения в свои стены потенциальной элиты российской науки – эрудированных молодых людей, способных мыслить нестандартно. Ситуация с этими олимпиадами, по мнению автора, обстоит пока достаточно хорошо. За право проведения школьной олимпиады организаторы должны удовлетворять определённым критериям [2].

Для школьников участие в предметных олимпиадах – это возможность заявить о себе на стадии подготовки к поступлению в вузы. А для вузов – выявить потенциально лучших абитуриентов, которых они хотели бы видеть в качестве своих студентов. Поэтому школьные олимпиады имеют большой как численный, так и территориальный охват. И этот показатель, при определении уровня олимпиады в перечне Российских школьных олимпиад, играет немаловажную роль, поскольку входит в количественные критерии при проведении экспертизы заявки организатора на включение олимпиады школьников в Перечень олимпиад, утверждаемый Минобрнауки России [3].

Согласно количественным и качественным критериям [2]: 1) число участников олимпиады – не менее 300; 2) количество субъектов Российской Федерации, представители которых приняли участие в олимпиаде, – не менее 10 субъектов РФ; 3) доля участников невыпускных классов от общего количества участников – не менее 25%; 4) творческий характер, новизна и уровень сложности олимпиадных заданий, направленных на выявление интеллектуального потенциала, аналитических способностей и креативности мышления участника, – не менее 30% олимпиадных заданий. По приведенному качественному критерию каждый год отклоняется на этапе экспертизы от 33 до 50% заявок организаторов на включение их олимпиады в Перечень [3].

Стимулом для вузов-организаторов попасть в утверждённый Перечень является возможность упрощённой формы зачисления абитуриентов на первый курс по результатам данной олимпиады. Это также является и стимулом участия в этой олимпиаде для школьников – будущих абитуриентов. Дополнительная мотивация для вузов – массовая реклама факультетов, специальностей, агитация будущих абитуриентов и возможность пригласить перспективных молодых людей поступить именно в их вуз. Чтобы удовлетворять всем требованиям, руководство вузов ответственно подходит к организации олимпиады на всех этапах подготовки и проведения. Конечно, массовый и территориальный охват потенциальных участников олимпиады влечёт за собой и соответствующий бюджет, заложенный на методическое обеспечение, рекламу, организацию, проведение нескольких этапов олимпиады и на поощрение её призёров и победителей. Но это является вложением в репутацию и привлекательностью для абитуриентов.

Рассмотрим ситуацию, которая складывается в сфере студенческих олимпиад по физике внутри вузов и между вузами.

Количество команд от вузов на региональном (межвузовском) этапе олимпиады по физике (предмет) в течение последних 20 лет не остается постоянным из года в год, но, тем не менее, прослеживается тенденция в его уменьшении (рисунок 1). А какие-то вузы (например, СибГМУ) и вовсе прекратили своё участие в данной олимпиаде уже с 2010 года.

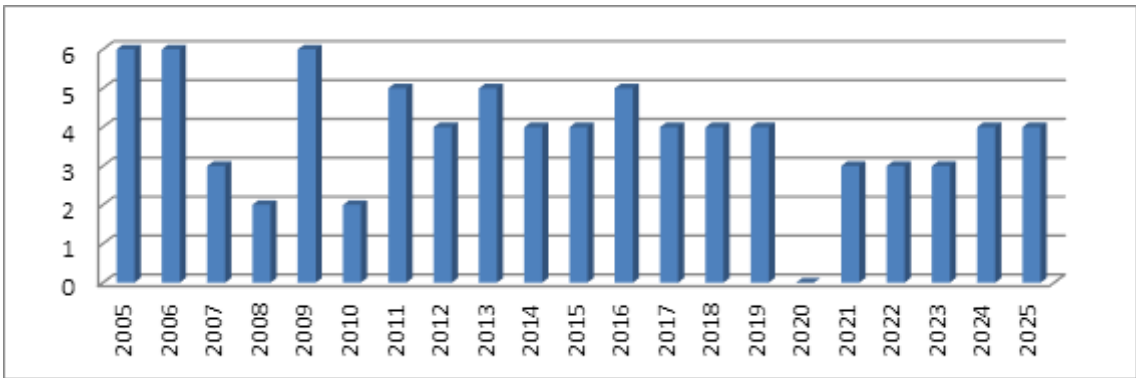


Рисунок 1 – Количество команд участников регионального (межвузовского) этапа олимпиады по физике за период 2005–2025 гг.

Причины существуют разные – от понижения уровня базовой подготовки студенческих команд, до отсутствия возможности собрать команду с необходимым количеством студентов.

По этим причинам с 2015 года число студентов, которых принято включать в команды вузов на региональном этапе, снизилось с 10 до 7 человек (рисунок 2). Да и такое количество студентов набрать в команду ежегодно может не каждый вуз. Например, в 2021 году общее количество участников регионального этапа олимпиады по физике от трех вузов составило 10 студентов, и командный зачёт единственный раз за всю историю пришлось проводить по трем участникам от команды.

Рисунок 2 – Количество студентов в команде

У студентов вузов в последние несколько лет снижается интерес к участию в олимпиадах по физике, которые проводятся очно. Если с 2005 по 2018 год нормальным числом участников внутривузовского тура олимпиады ТУСУРа по физике считалось 21–56 студентов, то в последние 7 лет количество участников не превышало 16 и могло достигать пятисеми человек (рисунок 3). В этих случаях приходилось производить дополнительный отбор студентов, чтобы укомплектовать команду на межвузовский этап. Стоит отметить тот факт, что участию в Международной интернет-олимпиаде студенты уделяли большее внимание. Участников этой олимпиады в эти же годы было больше в 1,5–3 раза, чем участников очной внутривузовской олимпиады. Такой результат приводит к закономерному выводу, что студенты готовы уделить своё внимание мероприятию, которое не доставляет особых проблем и не требует больших затрат личного времени.

Невозможно нарушать основной принцип любых олимпиад – добровольность участия. Но зачастую «добровольцев» очень мало. Желание участвовать в олимпиаде могут изъявить несколько десятков человек. А по факту на занятия по подготовке к олимпиаде и на

саму олимпиаду приходит в несколько раз меньшее количество студентов. Обычно активными участниками подготовки к олимпиадам являются единицы – «самородки», которые привыкли со школьной скамьи участвовать в различных конкурсах, олимпиадах, мероприятиях. Для них это интересно и с ними интересно проводить занятия.

А так как добровольцев мало, то нарушается ключевой принцип любых олимпиад – выявление и отбор сильнейших для участия в олимпиадах более высокого уровня. Иногда приходилось слышать от лекторов: «У меня есть хороший студент, который мог бы достойно выступить на олимпиаде, но …», и называется ряд причин от «ему неудобно посещать занятия» до «он забыл, что в этот день проходила олимпиада». Хотя информирование студентов об олимпиадах происходит заблаговременно и регулярно по нескольким каналам.

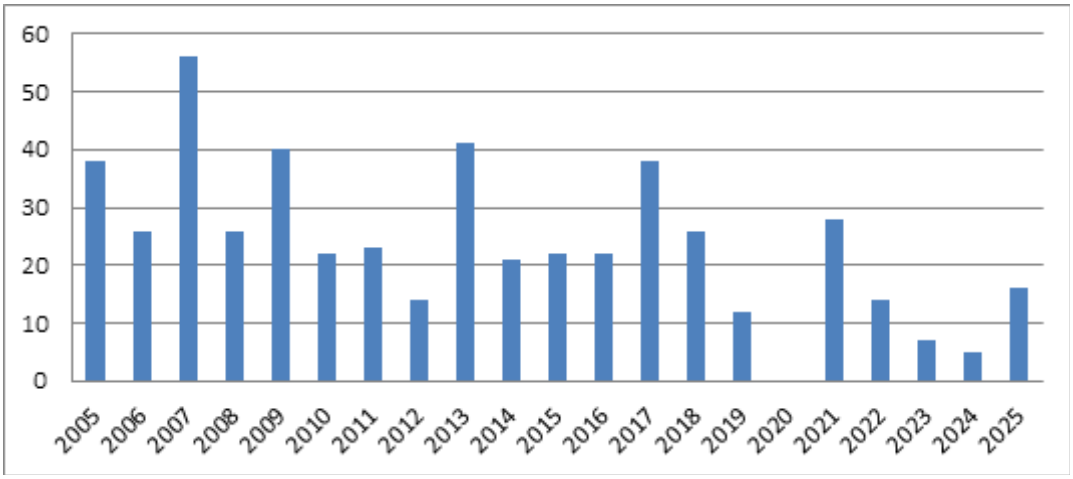


Рисунок 3– Число участников внутривузовской олимпиады ТУСУРа за период 2005–2025 гг.

Также автор статьи хочет обратить внимание на постепенную трансформацию подходов учебного управления к организации мероприятий, связанных с олимпиадами. С каждым годом внимание и поддержка со стороны учебного управления к предметным олимпиадам уменьшается. Все возникающие проблемы у ответственных за предметные олимпиады перекладываются на плечи либо самих предметников, либо на плечи ответственных за олимпиады по вузу. К сожалению, такая позиция руководства и перечисленные выше проблемы, описанные в данной статье, в большей или меньшей степени наблюдаются во всех вузах города Томска.

Результаты исследования и рекомендации по их практическому применению

Подводя итоги, следует отметить основные проблемы в ухудшении общей ситуации с олимпиадами студентов по физике: 1) отсутствие массовости участия в очных олимпиадах по физике. Причины – низкая мотивация и неуверенность студентов в своих силах из-за слабой базовой подготовки; 2) между ответственными за проведение предметных олимпиад и учебным управлением утрачивается взаимопонимание о целях и необходимости проведения данных мероприятий.

Предлагаемые варианты решения:

1) популяризация предметных олимпиад в студенческой среде;

2) проведение обязательного массового отборочного тура олимпиады по физике на всех потоках среди первокурсников. Для этого нужен административный ресурс, содействие учебного управления в организации отборочных, подготовительных мероприятий и проведении предметных олимпиад различного уровня (согласование расписания, аудитории, дополнительные часы на проведение и проверку работ, разработку и дальнейшее обновление методических материалов);

3) селекция сильнейших и перспективных студентов в группу для подготовки к олимпиадам различного уровня по предмету.

С этой целью необходимо разработать систему стимулирования студентов непосредственно со стороны вуза либо со стороны их руководителей (кураторов, заведующих выпускающими кафедрами, деканов).

Заключение

Несмотря ни на что, время от времени команде ТУСУРа по физике и отдельным её участникам удаётся показывать блестящие результаты и занимать высокие места. Но это вовсе не заслуга автора статьи, а комбинация стечения двух удачных обстоятельств: 1) в ТУСУРе появились способные ответственные студенты; 2) у вузов-конкурентов ситуация оказалась немного хуже, чем в ТУСУРе. Но оставлять ситуацию с предметными олимпиадами в вузах без внимания не стоит. Автор статьи надеется, что согласованная с учебным управлением работа по популяризации в студенческой среде предметных олимпиад в ближай-

шем будущем позволит исправить сложившуюся ситуацию.

Благодарности
Автор выражает благодарность
заведующему кафедрой физики ТУСУРа Е.М. Оксу
за предложение написать данную статью
и ее поддержку.

Литература

1. Об утверждении Порядка проведения всероссийской олимпиады школьников : приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.11.2020 № 678 (с изм. на 18 августа 2025 года).

2. Об утверждении Порядка проведения олимпиад школьников : приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 22.06.2022 № 566.

3. Об утверждении перечня олимпиад школьников и их уровней на 2025/26 учебный год : приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 30.08.2025 № 669.

Лячин Александр Владимирович
Канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент каф. физики Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0001-6349-0017
Тел.: +7-906-198-80-58
Эл. почта: lavp3@mail.ru

A.V. Lyachin
Experience in Preparing, Organizing and Providing Students' Olympiads in Physics

The need to pay attention to the current trends of the university Olympiad movement is considered. The Olympiad movement should contribute to identifying students and undergraduates with non-standard, original, and creative thinking who may form the future elite of Russian science. The experience and observations about the transformation of the students' attitude and the leadership of Tomsk universities to preparing, organizing and providing Olympiads in Physics are presented.
Keywords: Physics Olympiad, students' Olympiads, educational work, higher education.

References

1. Order of the Ministry of Education of the Russian Federation dated November 27, 2020 No. 678 'On approval of the Procedure for holding the All-Russian School Olympiad' (as amended on August 18, 2025). (in Russ.).

2. Order of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation dated June 22, 2022 No. 566 'On approval of the Procedure for holding school Olympiads'. (in Russ.).

3. Order of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation dated August 30, 2025 No. 669 'On approval of the list of school Olympiads and their levels for the 2025/26 academic year. (in Russ.).

Alexander V. Lyachin
Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Assistant Professor, Department of Physics, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0001-6349-0017
Phone: +7-906-198-80-58
Email.: lavp3@mail.ru

УДК 378.1

Ф.Н. Захаров, А.С. Аникин

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ ТРЁХСТОРОННЕЙ СЕТЕВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Рассматриваются основные этапы разработки сетевой образовательной программы на примере сотрудничества АО «РЕШЕТНЁВ», ТУСУРа и СибГУ. Представлена схема взаимодействия участников реализации сетевой образовательной программы.

Ключевые слова: методика, сетевая образовательная программа, трёхсторонний договор, схема.

Образовательная программа в сетевой форме – это форма организации обучения, при которой студент одной образовательной программы может осваивать отдельные курсы, модули или даже целые семестры в других университетах-партнерах, а все полученные результаты засчитываются в основном вузе. Сетевая форма обучения позволяет разным вузам объединять свои ресурсы, чтобы компенсировать нехватку возможностей [1–4]. Сетевые программы являются инструментом для интенсивного взаимодействия с научными организациями и промышленными предприятиями, что отвечает целям программ стратегического академического лидерства.

Сетевая форма обучения студентов является составной частью современной образовательной системы. Ее потенциал признается на государственном уровне, о чем свидетельствует постоянное развитие нормативной базы.

В рамках анализа законодательной базы Российской Федерации, регулирующей сферу образования, можно констатировать, что организационно-правовые основы реализации образовательной деятельности в сетевой форме получили детализированную регламентацию в специальном нормативном акте. Ключевым документом, устанавливающим практический механизм такой деятельности, выступает Порядок организации и осуществления образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ [1].

Указанные нормативные положения были разработаны и введены в действие с целью практической реализации норм, закрепленных в статье 15 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

Нормативные акты содержат комплекс ключевых положений, регламентирующих процесс осуществления образовательной деятельности в сетевом формате. Этот регламент охватывает широкий спектр аспектов: от установления существенных условий соответствующего договора, включая обязательные требования к организации образовательного процесса, материально-техническому обеспечению и способам взаимодействия, до конкретных механизмов ресурсного обеспечения. Порядок разработки и утверждения образовательных программ, а также использование имущества на безвозмездной основе для государственных и муниципальных организаций находят свое отражение в сопутствующих положениях, что в совокупности формирует целостную, хотя и продолжающую развиваться, нормативную базу для сетевого сотрудничества.

Вопросы практической реализации сетевой формы образовательной программы рассмотрены в [5], где авторы проанализировали изменение правил сетевого сотрудничества между вузами с течением времени. Отмечено, что раньше у вузов было больше вариантов в организации такой работы, но теперь правила реализации такой формы обучения стали более жёсткими.

В [5] авторы обосновывают целесообразность применения сетевого взаимодействия не только в рамках реализации совместных образовательных программ, но и в иных форматах, таких как создание сетевых научных лабораторий. Однако во многих публикациях, посвящённых данной проблематике, вопросы о деталях практической реализации сетевой формы обучения часто остаются без должного внимания.

Цель доклада – описать ключевые этапы разработки действующей сетевой образовательной программы на примере сотрудничества АО «РЕШЁТНЁВ», ТУСУРа и СибГУ.

Основные этапы реализации образовательной программы состояли в следующем.

Корпорация АО «РЕШЕТНЁВ» выступила инициатором создания сетевой образовательной программы, направив официальное предложение ведущим техническим вузам – Томскому государственному университету систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) и Сибирскому государственному университету науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева (СибГУ). В результате была инициирована разработка и последующая реализация образовательной программы высшего образования по направлению бакалавриата 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Итогом стал актуальный для АО «РЕШЕТНЕВ» профиль «Сети и системы космической связи». В рамках сетевого взаимодействия базовой образовательной организацией, ответственной за об-

щую координацию, организацию учебного процесса и итоговую аттестацию выпускников, был назначен ТУСУР. Непосредственной организацией-участником, предоставляющей свой уникальный научно-педагогический и материально-технический потенциал, выступил СибГУ.

После согласования и достижения консенсуса между университетами – участниками будущего образовательного альянса была разработана и утверждена детализированная «дорожная карта» создания и внедрения сетевой образовательной программы. Этот документ регламентирует ключевые этапы, сроки и зоны ответственности каждого участника в процессе реализации образовательного проекта, обеспечивая скоординированность действий и достижение запланированных результатов.

Схема этапов создания сетевой программы приведена на рисунке 1.

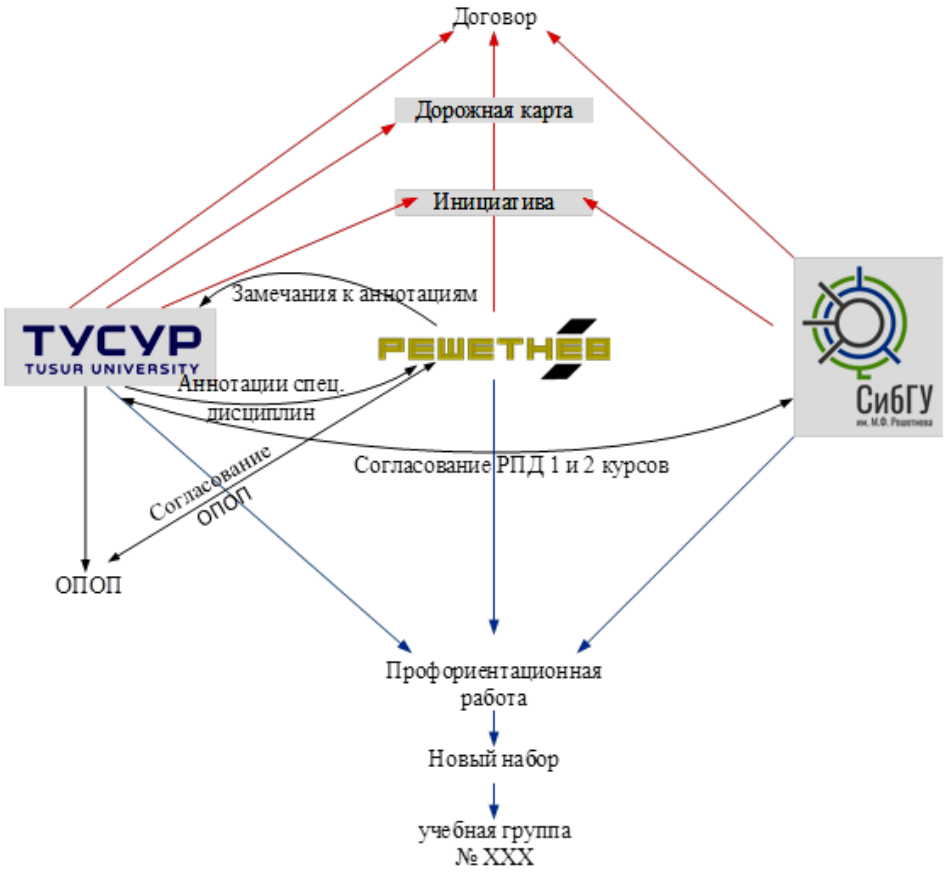


Рисунок 1 – Схема этапов создания сетевой программы

После разработки учебного плана и его согласования со всеми участниками образовательного процесса было заключено четырёхстороннее соглашение о сетевой форме реализации образовательной программы. Четвертой стороной соглашения выступила МБОУ «СОШ № 98 г. Железногорск», на базе которой осуществляется практическая подготовка студентов во время их пребывания в Железногорске.

В процессе согласования учебного плана ТУСУР предоставил аннотации специальных дисциплин АО «РЕШЕТНЁВ» для согласования с учетом требований предприятия. Замечания предприятия были учены при составлении рабочих программ дисциплин. Кроме того, рабочие программы дисциплин первого и второго курсов согласовывались с СибГУ с учетом требований базовой организации и особенностей образовательного процесса организации-участника.

При создании сетевой программы была разработана схема совместной профориентационной работы ТУСУРа, СибГУ и АО «РЕШЕТНЁВ». В рамках ее проведения организовывались выезды в населенные пункты Красноярского края. Результатом такой работы и последующего набора является сформированная группа студентов в количестве 25 человек.

Таким образом, в пределах рассматриваемой модели формирования сетевой образовательной программы инициатива исходила непосредственно от предприятия-заказчика, которое выступило интегратором и заказчиком кадрового потенциала.

Учебно-методическое обеспечение программы (учебный план, рабочие программы дисциплин) разрабатывалось последовательно, с учётом требований предприятия-заказчика и согласовывалось всеми участниками для обеспечения соответствия профилю

и особенностям образовательного процесса в каждом вузе.

Литература

1. Российская Федерация. Законы. Об образовании в Российской Федерации : Федер. закон № 273-ФЗ, ст. 15 : [принят Гос. Думой 21.12.2012 : одобрен Советом Федерации 26.12.2012 : дополнен 8.08.2024] // ГАРАНТ.РУ : офиц. сайт. 2025. URL: https://base.garant.ru/70291362 (дата обращения: 22.11.2025).

2. Костюкова Т.А., Масленникова О.Г., Отт М.А. Сетевое взаимодействие университетов как потенциал развития качества высшего образования в современных условиях // Научно-педагогическое обозрение. 2022. № 4 (44). С. 81–90.

3. Положение об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ высшего образования от 29.12.2023 // База нормативных документов ТУСУРа : офиц. сайт. 2025. URL: https://regulations.tusur.ru/documents/1345 (дата обращения: 22.11.2025).

4. Постыляков С.П. Эволюция сетевой формы реализации образовательных программ // Ежегодник российского образовательного законодательства. 2019. № 19, Т. 14. С. 115–130.

5. Ильина Н.А., Серова О.А. Сетевые образовательные программы: эволюция формирования регуляторного подхода и вопросы практической реализации сетевой формы сотрудничества //Актуальные проблемы российского права. 2024. № 5 (162), Т. 18. С. 72–83.

Аникин Алексей Сергеевич
Канд. техн. наук, доцент каф. радиотехнических систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID 0000-0001-9747-3266
Тел.: +7 (382-2) 41-38-89
Эл. почта: anikinas@main.tusur.ru

Захаров Фёдор Николаевич
Канд. техн. наук, доцент каф. радиотехнических систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID 0000-0001-7751-557X
Тел.: +7 (382-2) 41-38-89
Эл. почта: zakharovfn@main.tusur.ru

F.N. Zakharov, A.S. Anikin

Main Stages in Developing a Three-Way Network Educational Program

The main stages of developing a network education program, using the example of cooperation between ‘Reshetnev’ JSC, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, and Siberian State University are described. The diagram of interacting between the participants of the network education program is presented.

Keywords: technique, network educational program, trilateral agreement, scheme.

References

1. Russian Federation. Laws. On Education in the Russian Federation: Federal Law No. 273-FZ, Article 15: [adopted by the State Duma on December 21, 2012: approved by the Federation Council on December 26, 2012: supplemented on August 8, 2024]. GARANT.RU: official website. 2025. (in Russ.). Available at: https://base.garant.ru/70291362 (accessed: 22 November 2025).

2. Kostyukova T. A., Maslennikova O. G., Ott M. A. [Network interaction between universities as a potential for developing the quality of higher education in modern conditions]. Scientific and Pedagogical Review, no. 4 (44), pp. 81–90 (in Russ.).

3. Regulations on the organization and implementation of educational activities in the network form of higher education programs, December 29, 2023. TUSUR regulatory documents database: official website. 2025. (in Russ.). Available at: https://regulations.tusur.ru/documents/1345 (accessed: 22 November 2025).

4. Postylyakov S. P. [Evolution of the network form of educational program implementation]. Yearbook of Russian Educational Legislation, 2019, no. 19, vol. 14, pp. 115–130 (in Russ.).

5. Ilyina N. A., Serova O. A. [Network educational programs: evolution of the regulatory approach and issues of practical implementation of network cooperation]. Current issues of Russian law, 2024, no. 5 (162), vol. 18, pp. 72–83 (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, Lenin pr., 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, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0001-7751-557X
Phone: +7 (382-2) 41-38-89
Email: zakharovfn@main.tusur.ru

УДК 378.147:004.94

Н.И. Тарасов, Н.Н. Кривин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИММЕРСИВНОГО СИМУЛЯТОРА НА БАЗЕ UNREAL ENGINE ДЛЯ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ ЦЕНТРОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ

Рассматривается методика применения компьютерного симулятора для подготовки специалистов по эксплуатации радиотехнического оборудования и связи. Описана реализация модуля системы гарантированного электроснабжения, позволяющая моделировать нештатные ситуации и алгоритмы ввода резерва. Особое внимание уделено возможностям индивидуализации обучения. Обосновывается эффективность применения цифровых двойников для безопасного формирования профессиональных компетенций студентов.

Ключевые слова: компьютерный симулятор, индивидуализация обучения, электроснабжение, геймификация, профессиональные компетенции, ЭРТОС.

Введение

Целью данной статьи является обоснование методики использования интерактивного компьютерного симулятора, реализованного на базе графического игрового движка Unreal Engine, для индивидуализации процесса профессиональной подготовки инженеров службы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи (ЭРТОС) [1]. В работе рассматривается интеграция цифровой модели системы гарантированного электроснабжения, воспроизводящей реальные эксплуатационные условия центров обслуживания воздушного движения, в образовательный процесс.

Исследование, базирующееся на компетентностном подходе и геймификации, предлагает инструмент для построения индивидуальной траектории обучения. Разработанная методика позволяет студентам самостоятельно и безопасно отрабатывать как штатные, так и аварийные режимы работы оборудования, обеспечивая глубокое закрепление профессиональных навыков.

Актуальность исследования

Стремительное развитие отрасли и экономическая неэффективность физических макетов требуют модернизации учебного процесса. Ограничения в доступе к реальному оборудованию преодолеваются внедрением симуляторов на базе Unreal Engine. В отличие от упрощенных моделей, они обеспечивают высокую степень визуализации и интерактивности, необходимую для качественной и доступной индивидуальной практики студентов.

Для инженеров ЭРТОС на рынке наблюдается дефицит тренажеров, сочетающих высокую иммерсивность, соответствие Федеральным авиационным правилам (ФАП) и возможности адаптивного самообучения. Создание таких инструментов необходимо для эффективного преодоления разрыва между теоретической подготовкой и реальной практической деятельностью.

Формирование обобщенной структурной схемы системы гарантированного электроснабжения

Система электроснабжения является критически важным компонентом инфраструктуры центров организации воздушного движения, определяющим непрерывность работы радиотехнического оборудования.

При разработке обучающего симулятора ключевой задачей стала реализация физически корректной математической модели, а не упрощенной анимации.

Моделирование физических процессов в реальном времени позволяет студентам наглядно отслеживать реакцию системы на изменения конфигурации сети. На этой технической основе реализована модель гарантированного электроснабжения первой категории надежности, включающая механизмы постоянного резервирования и автоматического ввода резерва (рисунок 1).

Большая часть элементов данной схемы представляет собой типовые выключатели, механизм действия которых является общеизвестным. Однако принцип работы устройства автоматического включения резерва является более сложным. Этот принцип определяет порядок резервирования при пропадании основных сетей из Т1 и Т2. Принцип резервирования описан в таблице 1.

Допустимым замечанием является полное отсутствие напряжения на обоих потребителях «Нагрузка 1» и «Нагрузка 2» в связи с подключением особой категории электроприборов, таких как средства связи, к источникам бесперебойного питания. Они в свою очередь должны обеспечивать работу данных типов устройств в течение определенного времени, которое составляет не менее 30 мин реального времени и времени в симуляторе в соответствии с ФАП № 297.

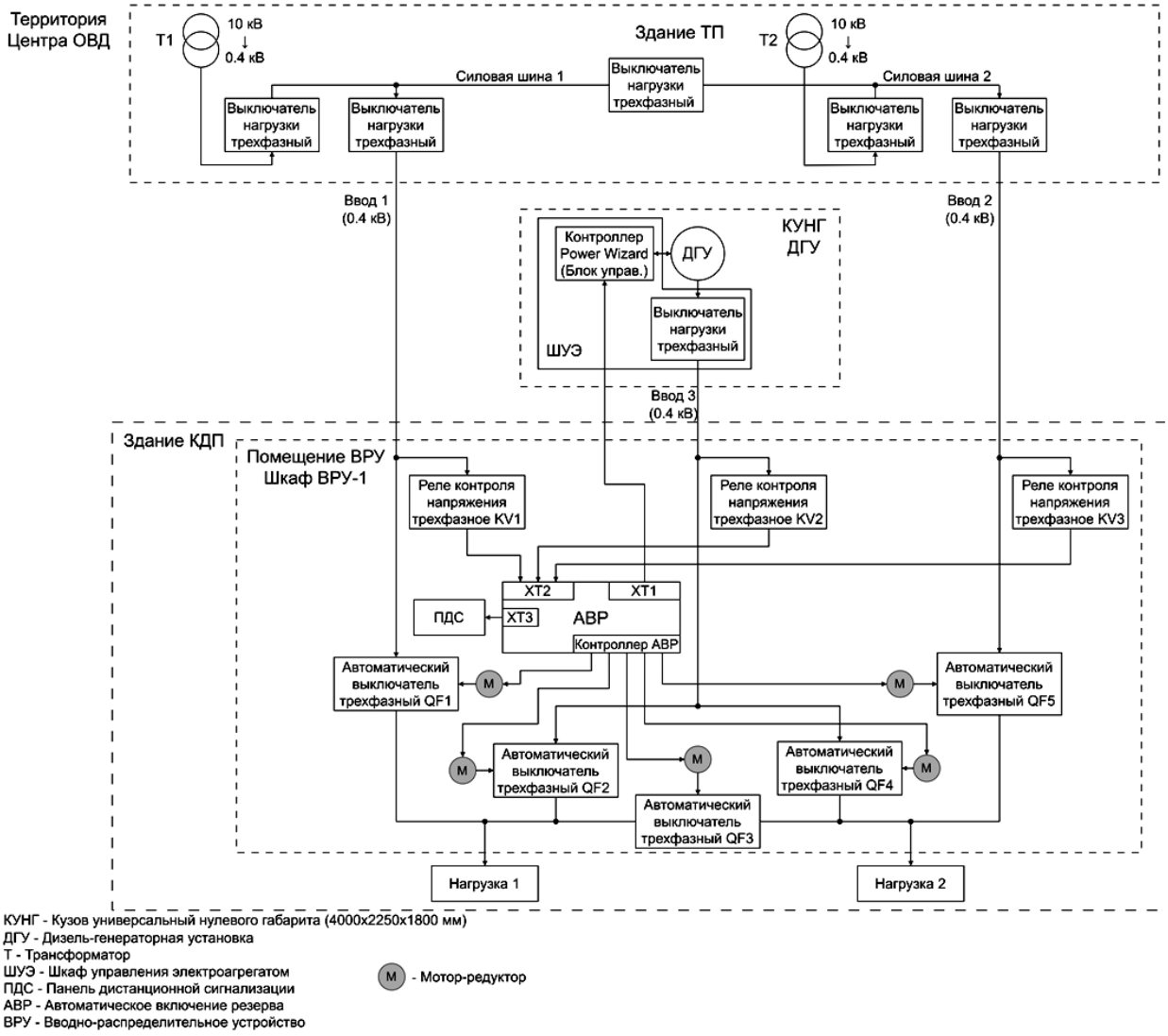


Рисунок 1 – Схема структурная системы гарантированного электроснабже-ния

Таблица 1 – Алгоритм резервирования

Штатные положения	Порядок резервирования
1. Отсутствие основной сети Т1	1. Потеря напряжения на вводе клеммы XT2 АВР из-за отсутствия напряжения на KV1. 2. Одновременный запуск ДГУ через сигнал АВР, переданный на контроллер Power Wizard, и передача сигналов от АВР на мотор-редуктор QF1 на разрыв подключения. 3. Сигнал от АВР на QF2 на замыкание ключа мотор-редуктором
2. Отсутствие основной сети Т2	1. Потеря напряжения на вводе клеммы XT2 АВР из-за отсутствия напряжения на KV3. 2. Одновременный запуск ДГУ через сигнал АВР, переданный на контроллер Power Wizard, и передача сигналов от АВР на мотор-редуктор QF5 на разрыв подключения. 3. Сигнал от АВР на QF4 на замыкание ключа мотор-редуктором
3. Секционные работы в здании ТП с сетями Т1 и Т2	1. Потеря напряжения на вводах клеммы XT2 АВР из-за отсутствия напряжения на KV1 и KV3. 2. Одновременный запуск ДГУ через сигнал АВР, переданный на контроллер Power Wizard, и передача сигналов от АВР на мотор-редукторы QF1 и QF5 на разрыв подключения. 3. Сигнал от АВР на QF2 и QF4 на замыкание ключа мотор-редуктором

Штатные положения	Порядок резервирования
4. Обеспечение электроэнергией потребителей «Нагрузка 1» от ДГУ	1. Ручной запуск ДГУ через контроллер Power Wizard. 2. Наличие напряжения на KV2 и передача сигнала в АВР. 3. Сигнал от АВР на мотор-редуктор QF1 для разрыва подключения. 4. Сигнал от АВР на мотор-редуктор QF2 для замыкания ключа
5. Обеспечение электроэнергией потребителей «Нагрузка 2» от ДГУ	1. Ручной запуск ДГУ через контроллер Power Wizard. 2. Наличие напряжения на KV2 и передача сигнала в АВР. 3. Сигнал от АВР на мотор-редуктор QF5 для разрыва подключения. 4. Сигнал от АВР на мотор-редуктор QF4 для замыкания ключа
6. Неисправная работа ДГУ и сети Т1. Работа от сети Т2	1. Наличие некорректного напряжения на KV1 и KV2, передача сигнала на АВР. 2. Сигнал от АВР на мотор-приводы QF1, QF4 для разрыва подключения. QF2 разомкнут. 3. Сигнал от АВР на мотор-приводы QF3, QF5 для замыкания ключа
7. Неисправная работа ДГУ и сети Т2. Работа от сети Т1	1. Наличие некорректного напряжения на KV2 и KV3, передача сигнала на АВР. 2. Сигнал от АВР на мотор-приводы QF5, QF2 для разрыва подключения. QF4 разомкнут. 3. Сигнал от АВР на мотор-приводы QF3, QF1 для замыкания ключа
8. Неисправная работа сети Т1	Выполняется алгоритм № 1
9. Неисправная работа сети Т2	Выполняется алгоритм № 2

Использование данной схемы и алгоритмов работы совместно с элементами геймификации благотворно сказываются на практическом применении знаний в данной сфере электроснабжения и положительно влияют на эффективность усвоения теоретического материала, так как присутствует элемент практики. Более того, данная структурная схема гарантированного электроснабжения может масштабироваться в зависимости от требований учебной программы, реализуемой в симуляторе. Например, весь алгоритм резервирования может выполняться вручную в симуляторе без автоматизации посредством АВР, что положительно влияет на усвоение принципа работы подобных систем электроснабжения.

Заключение

Проведенный анализ подтверждает эффективность использования симулятора на базе Unreal Engine для индивидуализации подготовки инженеров ЭРТОС. Предлагаемая методика позволяет студентам самостоятельно отрабатывать алгоритмы эксплуатации и действий в аварийных ситуациях в безопасной виртуальной среде вне зависимости от доступности физического оборудования. Сочетание физической достоверности модели электроснабжения (I категория надежности) с иммерсивностью и элементами геймификации обеспечивает качественную трансформацию теоретических знаний в устойчивые практические навыки.

Литература

1. Вместо аварии – перезапуск: студент ТУСУРа пишет симулятор для авиации // RIATOMSK.RU: свежие новости Томска. 2025, 17 окт. URL: https://www.riatomsk.ru/article/20251017/vmesto-avarii-perezapusk-student-tusura-pishet-simulyator-dlya-aviatsii (дата обращения: 24.11.2025).

2. Кривин Н.Н., Грахович В.В. Компьютерный симулятор инженера по эксплуатации радиотехнического оборудования и связи центров организации воздушного движения как средство повышения качества образовательного процесса по специальности «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Технологический суверенитет: новые модели инженерного образования, развитие и повышение конкурентоспособности университетов: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2025. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82723869 (дата обращения: 24.11.2025).

3. Определение категории электроснабжения. URL: https://www.mrsk-1.ru/customers/services/additional/faq/category/ (дата обращения: 25.11.2025).

Тарасов Николай Иванович
Студент 6-го курса каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Эл. почта: n.i.tarasov@inbox.ru

Кривин Николай Николаевич
Канд. техн. наук, доцент, зав. каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Тел.: +7 (3822) 90-71-51
Эл. почта: nikolai.n.krivin@tusur.ru

N.I. Tarasov, N.N. Krivin

Using an Unreal Engine-Based Immersive Simulator to Individualize Professional Training for Air Traffic Services Center Engineers

The methodology for using an unreal engine-based simulator to train radio engineering and communications specialists is presented. The implementation of a guaranteed power supply

module that allows for the modeling of emergency situations and automatic transfer switching algorithms is described. The potential for individualizing the learning process and validating the effectiveness of digital twins in safely developing professional competencies is emphasized.

Keywords: computer simulator, individualized learning, power supply, gamification, professional competencies, radio engineering and communications service.

References

1. Ankudinova V. Vmesto avarii – perezapusk: student TUSURa pishet simulyator dlya aviacii [Instead of an accident–restart: a TUSUR student writes a simulator for aviation]. RIA Tomsk. (in Russ.). Available at: https://www.riatomsk.ru/article/20251017/vmesto-avarii-perezapusk-student-tusura-pishet-simulyator-dlya-aviatsii (accessed: 24 November 2025).

2. Krivin N.N., Grakhovich V.V. Komp'yuternyj simulyator inzhenera po ekspluatacii radiotekhnicheskogo oborudovaniya i svyazi centrov organizacii vozdushnogo dvizheniya kak sredstvo povysheniya kachestva obrazovatel'nogo processa po special'nosti «Tekhnicheskaya ekspluataciya transportnogo radiooborudovaniya» [Computer simulator of an engineer for the operation of radio engineering equipment and communications of air traffic control centers as a means of improving the quality of the educational process in the specialty 'Technical operation of transport radio equipment']. Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti. Tekhnologicheskij suverenitet: novye modeli inzhenernogo obrazovaniya, razvitie i povyshenie konkurentosposobnosti universitetov: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii [Modern education: integration of education, science, business and government. Technological sovereignty: new models of engineering education, development and increasing competitiveness of universities. Proc. of the International Scientific and Methodological Conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2025. Pp. 708–716 (in Russ.).

3. Definition of the power supply category. (in Russ.). Available at: https://www.mrsk-1.ru/customers/services/additional/faq/category/ (accessed: 21 November 2025).

Nikolay I. Tarasov
Student, Department of Design and Production of Radioelectronic Equipment, Tomsk State University of Control System and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Email: n.i.tarasov@inbox.ru

Nikolay 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, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 90-71-51
Email: nikolai.n.krivin@tusur.ru

УДК 378.147:621.396

Н.Н. Кривин

КРИЗИС «КОНВЕЙЕРА»: ПОЧЕМУ КЛАССИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБУЧЕНИЯ НЕ ОБЕСПЕЧИТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ?

Рассматривается проблема трансформации образовательного процесса в техническом университете. На основе сравнительного анализа классического и индивидуализированного подходов, а также данных современных исследований подтверждается гипотеза о влиянии персонализации на профессиональный рост будущих инженеров. Особое внимание уделено специфике подготовки специалистов в области радиоэлектроники (на примере Института радиоэлектронной техники (ИРЭТ) ТУСУРа). Предложена модель массовой индивидуализации через интеграцию адаптивных ИИ-технологий и группового проектного обучения, где персонализация реализуется через ролевую специализацию внутри команды. Определены кадровые и материально-технические условия для внедрения данной модели.

Ключевые слова: индивидуализация обучения, инженерное образование, групповое проектное обучение, искусственный интеллект в образовании, профессиональная самоэффективность.

Введение

Современный этап развития инженерного образования в России характеризуется жестким требованием обеспечения технологического суверенитета. Это ставит перед вузами, и в частности перед ТУСУРом, задачу не просто выпускать кадры, а формировать специалистов, способных к быстрому входу в производственные процессы и созданию инновационных продуктов. Однако классическая «поточная» модель обучения, работающая по принципу промышленного конвейера, все чаще демонстрирует сбои: усредненный подход игнорирует когнитивные особенности студентов, что ведет к снижению мотивации и «вымыванию» потенциально сильных инженеров, не вписавшихся в стандартный темп обучения.

Цель данной работы – обосновать необходимость и возможность перехода к массовой индивидуализации обучения в условиях ИРЭТ ТУСУРа. Наша гипотеза заключается в том, что индивидуализация обучения является ключевым фактором профессионального роста, но лишь при условии синергии цифровых инструментов (ИИ-тьюторов) и методологии проектной работы (ГПО).

Сравнительный анализ: «классика» против «адаптивности»

Сравнительный анализ показывает, что классический подход (унификация планов и темпа) экономичен, но ориентирован на «среднего» студента, что в сложных инженерных дисциплинах часто ведет к потере мотивации и формальному заучиванию материала. Напротив, индивидуализированный подход (адаптация контента) повышает вовлеченность, самоэффективность и перенос навыков в практику [1–3], однако традиционно ограничивается высокой ресурсоемкостью. Современные данные подтверждают, что использование ИИ-технологий позволяет преодолеть этот барьер, делая персонализацию доступной для массовой подготовки инженеров [4].

Модель реализации в ИРЭТ

Специфика ИРЭТ требует массовой подготовки качественных инженеров, сочетающей фундаментальную базу и узкую специализацию. Для решения этой задачи предлагается гибридная модель. Технологический аспект предполагает использование ИИ-тьюторов как адаптивных тренажеров для выравнивания базовых знаний, что снимает рутинную нагрузку с преподавателя и позволяет ему сосредоточиться на наставничестве. Методический аспект реализуется через модернизацию ГПО: внедряется модель «динамической ролевой синхронизации», в которой индивидуальный учебный план (набор микромодулей) генерируется автоматически на основе технического задания проекта, а роль, выбранная студентом, служит фильтром для отбора контента в LMS.

Рассмотрим реализацию модели на примере проекта «Разработка радара малого радиуса действия».

Система анализирует ТЗ проекта и формирует персонализированные треки (Learning Paths) для участников, работая по принципу Just-in-Time Learning (обучение точно вовремя):

1) трек А (схемотехник). Система определяет, что в ТЗ заложены требования по работе в S-диапазоне. Студенту автоматически открывается доступ к микромодулям «Проектирование полосковых фильтров в САПР Cadence AWR» и «ЭМ-совместимость СВЧ-узлов». Новизна подхода состоит в том, что образовательный контент адаптируется под параметры разрабатываемого устройства, а не просто дает общую теорию цепей;

2) трек Б (разработчик встраиваемых систем). Если проект предполагает использование конкретного семейства контроллеров (например, STM32 или ПЛИС Xilinx), ИИ-тьютор корректирует учебный

план студента, смещая приоритет с общей архитектуры ЭВМ на прикладные библиотеки HAL или языки описания аппаратуры (Verilog/VHDL), необходимые именно для этого радара;

3) трек В (конструктор-технолог). В зависимости от условий эксплуатации прибора (например, авиационное базирование) траектория насыщается модулями по вибропрочности и теплоотводу в замкнутых объемах, интегрируя данные из САПР (SolidWorks/Компас-3D) напрямую в учебные задания.

В предлагаемой модели триггером для запуска индивидуальных образовательных траекторий служит этап формирования ТЗ. Мы отходим от практики выдачи студентам готовых методических указаний. Инициация проекта происходит по схеме «Индустриальный запрос > Студенческая декомпозиция > Верификация наставником».

1. Индустриальный партнер (предприятие электронной отрасли) задает верхнеуровневые функциональные требования к продукту.

2. Студенческая команда самостоятельно разрабатывает детальное инженерное ТЗ. В процессе декомпозиции общей задачи на подсистемы (питание, приемопередача, цифровая обработка) система выявляет разрыв между текущими компетенциями студента и требованиями, которые он сам же заложил в проект.

3. ИИ-ассистент анализирует утвержденное цифровое ТЗ и автоматически предлагает релевантные микромодули (например, «Если в ТЗ указан протокол CAN, то студенту-программисту назначается модуль по его изучению»).

Такой подход превращает написание ТЗ из формальной бюрократической процедуры в инструмент осознанного формирования собственного учебного плана.

Таким образом, происходит переход от «выбора дисциплин» к проектно-детерминированному обучению, где сложность учебных задач растет синхронно с прогрессом разработки инженерного продукта. Работая над одной задачей, студенты проходят разные, индивидуально настроенные образовательные модули. Это повышает их личную ответственность и профессиональную значимость в глазах команды, что напрямую коррелирует с данными о росте мотивации при индивидуализированном обучении [5].

Необходимые условия реализации модели

Для внедрения предлагаемой модели в образовательный процесс ИРЭТа необходима комплексная трансформация условий по четырем ключевым направлениям.

1. Трансформация преподавателя в «инженерного наставника», владеющего инструментами управления требованиями для квалифицированной верификации студенческих ТЗ.

2. Семантическая разметка учебных микромодулей по инженерным компетенциям, позволяющая алгоритмам автоматически связывать пункты ТЗ с релевантным учебным контентом.

3. Модернизация LMS до уровня интеллектуальной экосистемы с модулем анализа проектной документации и интеграцией с инженерным ПО (MatLab, САПР).

4. Регламентация участия индустриальных партнеров в постановке и приемке задач, что в ТУСУРе уже отработано в рамках программы «ТУСУР&Business» с 2021 года, когда она была впервые запущена.

Результаты и обсуждение

Анализ источников показывает, что индивидуализированное обучение, усиленное технологиями (Technology-mediated learning), значительно повышает эффективность приобретения навыков [6]. В контексте ИРЭТа это означает, что мы получим выпускника, у которого не просто есть диплом, а сформирован устойчивый навык самообучения и адаптации к меняющимся технологиям – то, что называют learning agility (обучающая гибкость).

Применение описанного подхода позволит решить проблему «среднего» инженера, так как массовая персонализация не ищет гениев, она создает условия, в которых каждый студент достигает своего максимально возможного уровня компетенции, не будучи ограниченным скоростью восприятия материала соседом по парте.

Заключение

Индивидуализация обучения в техническом вузе перестала быть методической утопией. Сегодня это технологическая необходимость. Для ИРЭТ ТУСУРа, стоящего на передовой подготовки кадров для радиоэлектронной отрасли, переход к модели, сочетающей ИИ-ассистирование в фундаментальной подготовке и ролевую специализацию в ГПО, является оптимальным сценарием. Это позволит реализовать принцип массовой качественной подготовки, обеспечив отрасль специалистами, готовыми к вызовам технологического суверенитета.

Научные данные подтверждают: правильно организованная среда, где технологии снимают рутину, а педагоги обеспечивают смысловое наставничество, неизбежно ведет к росту вовлеченности и профессионализма будущих инженеров.

Литература

1. Omar Z., Harun M. Enhancing professional development and training through AI for personalized learning: a framework to engaging learners // International Journal on e-Learning and Higher Education. 2023. URL: https://doi.org/10.24191/ijelhe.v19n3.1937 (accessed: 06.12.2025).

2. Makhmetova Z., Karabassova L. Exploring the Effects of Professional Learning Experiences on In-Service Teachers' Growth: A Systematic Review of Literature // Education Sciences. 2025. URL: https://doi.org/10.3390/educsci15020146 (accessed: 04.12.2025).

3. Keese J., Ford D. An individualized Professional Development Approach for Training University Faculty in using a Technological Tool // Education and Information Technologies. 2023. P. 1–18. URL: https://doi.org/10.1007/s10639-023-11792-8 (accessed: 04.12.2025).

4. Bhushan P., Sengupta A., Abraham C. Technology-mediated learning in the workplace: influence of personalization // Management Decision. 2025. URL: https://doi.org/10.1108/md-04-2024-0825 (accessed: 05.12.2025).

5. Bruhn A., Estrapala S. Professional Development on Data-Based Individualization: A Mixed Research Study // Behavioral Disorders. 2019. Vol. 48. P. 187–200. URL: https://doi.org/10.1177/0198742919876656 (accessed: 02.12.2025).

6. Bilyakovska O., Horuk N., Kukharskyy V. Personalized Learning in the Context of a Competence-Based Paradigm of Higher Education // International Scientific Journal of Universities and Leadership. 2025. URL: https://doi.org/10.31874/2520-6702-2025-19-27-36 (accessed: 01.12.2025).

Кривин Николай Николаевич
Канд. техн. наук, доцент, зав. каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Тел.: +7 (3822) 90-71-51
Эл. почта: nikolai.n.krivin@tusur.ru

N.N. Krivin

‘Pipeline’ Crisis: Why Won't Classical Learning Model Ensure the Technological Sovereignty?

The educational process transformation in higher educational engineering institutions is considered. Based on a comparative analysis of classical and individualized approaches, as well as recent research data, the hypothesis that personalization significantly impacts the professional development of future engineers is confirmed. Particular attention is paid to the specifics of training radio electronics specialists on the example of the Institute of Radio Electronic Technologies (IRET TUSUR). The model of mass customization through the integration of adaptive AI technologies and Group Project-Based Learning (GPBL), where personalization is implemented via role specialization within the team is proposed. The staffing, material, and technical conditions necessary for implementing this model are defined.

Keywords: individualized learning, engineering education, GPBL, artificial intelligence in education, professional self-efficiency.

References

1. Omar Z., Harun M. Enhancing professional development and training through AI for personalized learning: a framework to engaging learners. International Journal on E-Learning and Higher Education, 2023. Available at: https://doi.org/10.24191/ijelhe.v19n3.1937 (accessed: 6 December 2025).

2. Makhmetova Z., Karabassova L. Exploring the Effects of Professional Learning Experiences on In-Service Teachers’ Growth: a Systematic Review of Literature. Education Sciences, 2025. Available at: https://doi.org/10.3390/educsci15020146 (accessed: 4 December 2025).

3. Keese J., Ford D. An individualized Professional Development Approach for Training University Faculty in using a Technological Tool. Education and Information Technologies, 2023, pp. 1-18. Available at: https://doi.org/10.1007/s10639-023-11792-8 (accessed: 4 December 2025).

4. Bhushan P., Sengupta A., Abraham C. Technology-mediated learning in the workplace: influence of personalization. Management Decision, 2025. Available at: https://doi.org/10.1108/md-04-2024-0825 (accessed: 5 December 2025).

5. Bruhn A., Estrapala S. Professional Development on Data-Based Individualization: A Mixed Research Study. Behavioral Disorders, 2019, vol. 48, pp. 187-200. Available at: https://doi.org/10.1177/0198742919876656 (accessed: 2 December 2025).

6. Bilyakovska O., Horuk N., Kukharskyy V. Personalized Learning in the Context of a Competence-Based Paradigm of Higher Education. International Scientific Journal of Universities and Leadership, 2025. Available at: https://doi.org/10.31874/2520-6702-2025-19-27-36 (accessed: 2 December 2025).

Nikolay 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, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 90-71-51
Email: nikolai.n.krivin@tusur.ru

УДК 621.376.6

А.М. Голиков, А.А. Майков, М.В. Изупов, А.Е. Томских

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ В СКБ «ВОЛНА» ТУСУРА ДЛЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТА «КАДРЫ ДЛЯ КОСМОСА»

Рассматриваются вопросы индивидуализации обучения и обеспечения возможности профессионального роста будущих инженеров специальности «Радиоэлектронные системы и комплексы» в СКБ «Волна».
СКБ «Волна» выполняет проект «Разработка и создание высокоскоростной системы радиосвязи на базе спутниковой платформы формата CubeSat для проведения космического эксперимента по передаче данных затменного зондирования атмосферы и детектирования гамма-всплесков», входящий в программу «Дежурный по планете ДПП-2026», совместно с ООО «СПУТНИКС» при поддержке Фонда прямых инвестиций (Фонд-М). В рамках проекта производится разработка высокоскоростной системы связи в X-диапазоне, построенной на базе многоуровневых методов цифровой модуляции стандарта DVB-S2X и патч-антенн MIMO.

Ключевые слова: кадры для космоса, программа «Дежурный по планете ДПП-2026», платформа формата CubeSat, стандарт DVB-S2X, патч-антенны MIMO.

Федеральный проект «Кадры для космоса» направлен на привлечение, подготовку и закрепление молодых специалистов в ракетно-космической отрасли. Проект предусматривает охват сотен образовательных организаций высшего образования, организаций научного сектора и предприятий отрасли, а также вовлечение миллионов школьников, студентов и молодых ученых в образовательные, просветительские и профориентационные инициативы.

«Цель проекта «Кадры для космоса» – систематизировать и объединить наработки в целостную национальную экосистему подготовки кадров. Это позволит вывести подготовку нового поколения инженерно-технических специалистов для ракетно-космической отрасли на качественно новый уровень, гарантируя тем самым решение масштабных задач, определенных стратегией развития космической деятельности до 2036 года» (Александр Ведехин, администратор ФП).

Научно-технический задел ТУСУРа – это совместные сетевые программы с АО «РЕШЕТНЁВ», СибГУ им. академика М.Ф. Решетнёва и СФУ, направленные на подготовку кадров для космической промышленности.

СКБ «Волна» ТУСУРа в рамках программы «Дежурный по планете ДПП-2026» проводит разработку проекта «Разработка и создание высокоскоростной системы радиосвязи на базе спутниковой платформы формата CubeSat для проведения космического эксперимента по передаче данных затменного зондирования атмосферы и детектирования гамма-всплесков» при поддержке Фонда прямых инвестиций (Фонд-М) совместно с ООО «СПУТНИКС». Проект предполагает проведение эксперимента по регистрации гамма-всплесков, определению местоположения источника по сигналам с нескольких датчиков на различных космических аппаратах, а также проведение эксперимента по радиозатменному зондированию атмосферы Земли по сигналам ГНСС и определение технических возможностей для реализации миссий по радиоинтерферометрии и астрономических экспериментов на основе распределенной платформы.

В проекте предполагается использовать приемную станцию X-диапазона «УНИСКАН 24», предназначенную для приема и обработки данных с полярно-орбитальных спутников дистанционного зондирования Земли. Станция расположена в Центре космического мониторинга ТУСУРа.

В рамках проекта производится разработка высокоскоростной системы связи в X-диапазоне, построенной на базе многоуровневых методов цифровой модуляции стандарта DVB-S2X [1, 2], и патч-антенн MIMO, обеспечивающих скорость передачи данных до 8000 Мбит/с при модуляции 256APSK и MIMO 4x4.

На рисунке 1 представлены созвездия двух многоуровневых модуляций (256 APSK) стандарта DVB-S2X и объёмное изображение патч-антенны MIMO 4x4, полученное в результате моделирования в САПР СВЧ [3–5].

Рассмотрены основные технологии (256APSK и MIMO) для создания высокоскоростных систем спутниковой связи для малых космических аппаратов.

Первый этап проекта выполнен в рамках НИОКР «Разработка перспективной высокоскоростной системы связи для групп кубсатов» Федеральной программы «Приоритет -2030» СП3.2 № 59.

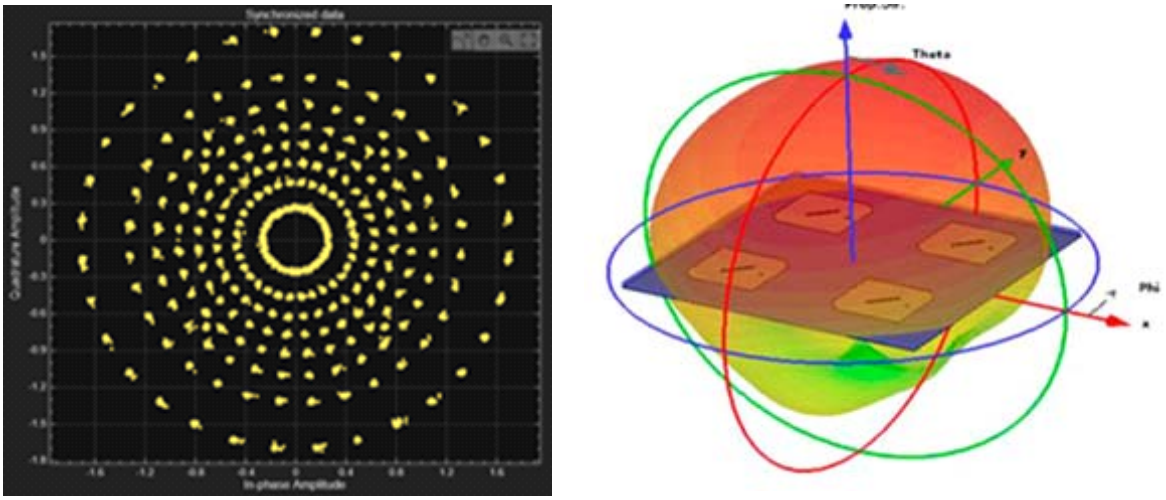


Рисунок 1 – Созвездия 256APSK (слева) и объёмное изображение патч-антенны MIMO 4x4 (справа)

Литература

1. Голиков А.М. Системы цифровой радиосвязи: учеб. М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. 340 с.

2. Камнев В.Е., Черкасов В.В., Чечин Г.В. Спутниковые сети связи: учеб. пособие. 2-е изд., доп. М.: Военный Парад, 2010. 608 с.

3. Якушенко С.А., Дворников С.В. Алгоритм выбора схемы mimo-системы в радиолиниях с несколькими пространственными каналами // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2025. Т. 19, № 3. С. 24–36.

4. Asadi A., Wang Q., Mancuso V. A Survey on Device-to-Device Commu-nication in Cellular Networks. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2014. 18 с.

5. Richardson T., Urbanke R.L. Modern Coding Theory. New York.: Cambridge University Press, 2008. 586 p.

Голиков Александр Михайлович
Канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, доцент каф. радиотехнических систем, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40,
Эл. почта: gol@rts.tusur.ru

Майков Александр Александрович
Студент каф. радиотехнических систем, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40.

Изупов Максим Владимирович
Студент каф. радиотехнических систем, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40.

Томских Алёна Евгеньевна
Студент каф. радиотехнических систем, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40.

A.M. Golikov, A.A. Maikov, M.V. Izupov, A.E. Tomskikh

Individualization of Training at ‘Volna’ TUSUR Student Design Bureau for ‘Personnel for Space’ Federal Project

The issues of individualizing training and providing opportunities for future engineers’ professional growth, who specialize in ‘Radioelectronic Systems and Complexes’ at the ‘Volna’ TUSUR student design bureau, are considered. ‘Volna’ is implementing the Planet Duty Officer DPP-2026 project ‘Development and creation of a High-Speed Radio Communication System Based on a CubeSat Satellite Platform for Conducting a Space Experiment on Transmitting Data from Eclipsing Atmospheric Sensing and Gamma-Ray Burst Detection’ together with LLC SPUTNIX is supported by the Direct Investment Fund (Fond-M). The project develops a high-speed X-band communication system based on multilevel digital modulation methods of the DVB-S2X standard and MIMO patch antennas.

Keywords: Frames for space, DPP-2026 on Duty on the planet, CubeSat format platform, DVB-S2X standard, MIMO Patch antennas.

Reference

1. Golikov A. M. Sistemy cifrovoj radiosvyazi [Digital Radio Communication Systems]. Moscow, IP Ar Media Publ., 2022. 340 p. (in Russ.).

2. Kamnev V. E., Cherkasov V. V., Chechin G. V. Sputnikovye seti svyazi [Satellite Communication Networks]. Moscow, OOO ‘Military Parade’ Publ., 2010. 608 p. (in Russ.).

3. Yakushenko S. A., Dvornikov S. V. [Algorithm for Selecting a Mimo System Scheme in Radio Links with Several Spatial Channels]. Telecommunications and Transport, 2025, vol. 19, no. 3, pp. 24-36 (in Russ.).

4. Asadi A., Wang Q., Mancuso V. CST Microwave Studio. – M. MPEI Publishing House, 2011, 155 p. A Survey on Device-to-Device Communication in Cellular Networks. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2014, 18 p.

5. Richardson T., Urbanke R.L. Modern Coding Theory. New York, Cambridge University Press Publ., 2008. 586 p.

Alexander M. Golikov
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Associate Professor, Department of Radio Engineering Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Email: gol@rts.tusur.ru

Alexander A. Maikov
Student, Department of Radio Engineering Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050

Maxim V. Izupov
Student, Department of Radio Engineering Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050

Alyona Ye. Tomskikh
Student, Department of Radio Engineering Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050

УДК 378.147:629.7.01

В.Н. Фёдоров, А.Д. Яковенко, Н.Н. Кривин

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ В ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКЕ: ОТ БЮДЖЕТНОЙ АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ БПЛА К ФОРМИРОВАНИЮ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ

Рассматривается методика подготовки инженерных кадров в области беспилотных авиационных систем с использованием доступных аппаратных платформ и адаптации V-модели системной инженерии. Описан опыт реализации проекта в рамках гранта «Студенческий стартап», направленного на создание модульного образовательного курса. Предложен подход, обеспечивающий индивидуализацию обучения за счет снижения стоимости учебного оборудования и внедрения гибридных образовательных форматов. Проанализированы перспективы масштабирования методики в системе «школа – вуз – предприятие».

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, инженерное образование, системная инженерия, V-модель, индивидуализация обучения, студенческий стартап, проектное обучение.

Введение

Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации определяет переход к передовым технологиям проектирования и создания высокотехнологичной продукции, включая роботизированные системы как один из ключевых приоритетов [1]. В условиях бурного роста отрасли беспилотных авиационных систем (БАС) возникает острая потребность в кадрах, обладающих не только навыками пилотирования или механической сборки, но и глубоким пониманием жизненного цикла изделия, электроники и программирования.

Однако массовая подготовка таких специалистов сталкивается с проблемой материально-технического обеспечения. Стоимость промышленных учебных комплектов зачастую высока, что вынуждает учебные заведения формировать большие проектные группы (5–10 человек на одно устройство). Это нивелирует принцип индивидуализации: в процессе обучения формируется «коллективная безответственность», где один студент выполняет ключевые операции, а остальные остаются наблюдателями.

В данной работе представлен опыт аванпроекта по разработке образовательного курса «БПЛА: курс молодого инженера», реализуемого при поддержке Фонда содействия инновациям в рамках конкурса «Студенческий стартап». Такой формат позволяет интегрировать инженерную подготовку с формированием предпринимательских компетенций, необходимость которых для современных университетов отмечают ведущие исследователи [2]. Целью работы является демонстрация того, как сочетание бюджетной открытой архитектуры дрона и методологии системной инженерии позволяет выстроить индивидуальную траекторию профессионального роста обучающегося.

Методологическая основа: адаптация V-модели для учебного процесса

Традиционное обучение работе с БПЛА часто строится по индуктивному принципу: от частного к общему (научились паять, научились прошивать, собрали дрон). Мы предлагаем дедуктивный подход, основанный на адаптации V-модели (V-Model) системной инженерии, широко применяемой в промышленности (рисунок 1) [3].

Разработанный курс структурно повторяет этапы создания сложного технического изделия, что позволяет сформировать у обучающегося системное мышление.

Логика курса разделена на два потока.

1. Нисходящая ветвь (проектирование): обучающийся проходит путь от формулировки миссии («Автономная доставка груза») к требованиям, архитектуре и выбору компонентов. На этом этапе решаются задачи энергобаланса (расчет емкости аккумуляторных батарей, выбор моторов), что интегрирует знания физики и математики.

2. Восходящая ветвь (реализация и интеграция): физическая сборка, настройка (PID-регуляторы), тестирование отдельных узлов и итоговые полетные испытания.

Согласно модельно-ориентированному подходу системной инженерии (Model Based Systems Engineering, MBSE) важнейшим элементом процесса проектирования является использование адекватных мультифизических цифровых моделей, создаваемых с помощью CAD- и CAE-систем, в нижней точке V-модели. Это позволяет студенту совершать ошибки виртуально, не расходуя материальные ресурсы, что критически важно для бюджетных образовательных учреждений.

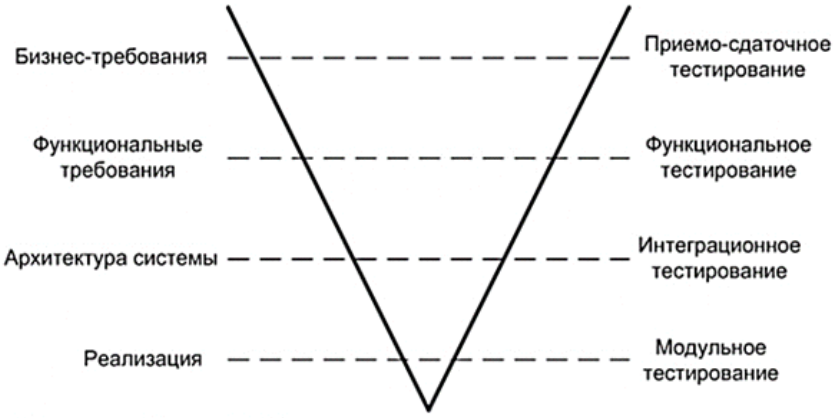


Рисунок 1 – V-модель системной инженерии

Такой подход позволяет индивидуализировать обучение: студент может углубиться в интересующую его область (например, аэродинамику или программирование полетных контроллеров), понимая при этом свое место в общей системе разработки.

Техническое обеспечение индивидуализации

Ключевым барьером индивидуализации является стоимость оборудования. Для решения этой задачи в рамках научно-исследовательской работы студентов кафедры КИПР ТУСУРа была разработана архитектура бюджетного учебного квадрокоптера с открытым исходным кодом [4].

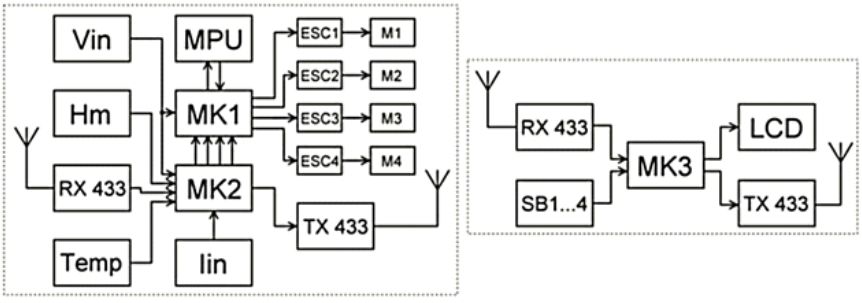
В отличие от проприетарных решений, предлагаемая платформа базируется на общедоступных компонентах:

1) вычислительное ядро – микроконтроллеры семейства ATmega (Arduino) или STM32, что позволяет программировать дрон в доступных средах разработки без использования закрытого ПО;

2) конструктив: рама изготавливается из фанеры или текстолита методом лазерной резки/фрезеровки, что делает её ремонтопригодной в условиях школьной или вузовской мастерской;

3) силовая часть – стандартные бесколлекторные моторы и регуляторы оборотов (ESC), доступные на массовом рынке.

Особое внимание уделено методике сборки. Для начального этапа обучения (школьники, младшие курсы) разработана схема беспаечной сборки и коммутации, что снижает порог входа и требования к оборудованию рабочего места (отсутствие необходимости в паяльных станциях на каждом столе) (рисунок 2) [4].



а *б*

Рисунок 2 – Структурная электрическая схема бортовой системы (*а*) и наземной аппаратуры управления (*б*)

Экономическая эффективность такого решения позволяет обеспечить индивидуальным комплектом каждого обучающегося, что является фундаментом для качественного роста компетенций. Студент несет персональную ответственность за работоспособность своего устройства.

Педагогический дизайн создаваемого курса и формат обучения

Курс будет реализован в гибридном формате, сочетающем онлайн-теорию (планируется использование платформы Stepik) и офлайн-практику. Педагогический дизайн базируется на принципе остенсивности – наглядной демонстрации неочевидных связей. Например, влияние центровки аппарата на энергопотребление моторов будет демонстрироваться через инфографику с векторами сил и последующим экспериментом в CAD-системе. Подобный подход соответствует принципам системной инженерии, где верификация требований должна происходить на каждом этапе жизненного цикла проекта [3].

Система оценивания результатов обучения будет включать:

1) автоматические тесты: проверка знаний терминологии и расчетных задач (например, расчет необходимой токоотдачи аккумулятора);

2) взаимное рецензирование (peer review): студенты проверяют итоговые проекты друг друга («Паспорт БПЛА») по заданным критериям (чек-листам). Такой подход будет формировать навыки технического аудита и критического мышления, необходимые будущему инженеру.

Апробация и перспективы внедрения

Апробация методики проводилась на базе ТУСУРа в рамках дисциплины «Групповое проектное обучение» (ГПО) и работы в студенческом конструкторском бюро. Результаты показали высокую эффективность подхода: студенты, прошедшие курс, смогли не только собрать базовую модель, но и модифицировать её под прикладные задачи. В частности, на базе разработанной платформы был успешно реализован проект мобильной системы связи [5]. Студенты самостоятельно разработали модуль полезной нагрузки и интегрировали его с системами питания и управления дрона. Это подтверждает тезис о том, что проектное обучение в формате стартапа способствует развитию не только технических, но и продуктовых компетенций, повышая конкурентоспособность выпускников [2].

Перспективы использования данного образовательного продукта в системе высшего образования и профориентации:

1) *уровень «школа – университет»*: курс служит инструментом ранней профориентации. Абитуриент приходит в университет с уже сформированными базовыми hard-skills, что позволяет преподавателям не тратить время на основы, а переходить к инженерным задачам повышенной сложности;

2) *уровень «бакалавриат/специалитет»*: использование платформы как базы для курсового и дипломного проектирования. Открытая архитектура позволяет разрабатывать и тестировать собственные модули (датчики, системы сброса, элементы роевого интеллекта);

3) *технологическое предпринимательство*: в рамках гранта «Студенческий стартап» отрабатывается модель коммерциализации разработки. Студенты получают опыт не только инженерной деятельности, но и методологии Customer Development, упаковки продукта и вывода его на рынок.

Заключение

Индивидуализация обучения в инженерной подготовке невозможна без обеспечения доступности материальной базы. Предложенная модель, сочетающая бюджетную открытую платформу БПЛА и строгую методологию системной инженерии (V-модель), позволяет преодолеть разрыв между теоретической подготовкой и реальной практикой.

Реализация проекта в формате студенческого стартапа демонстрирует, что вузовская наука способна генерировать продукты, востребованные в образовательной среде, способствуя укреплению технологического суверенитета страны и повышению качества подготовки инженерных кадров.

Литература

1. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации : Указ Президента РФ от 28.02.2024 № 145. URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358/ (дата обращения: 29.11.2025)

2. Зобнина М.Р., Коротков А.В., Рожков А.Г. Структура, вызовы и возможности развития предпринимательского образования в российских университетах // Форсайт. 2019. Т. 13, № 4. С. 69–81.

3. Forsberg K., Mooz H. The Relationship of System Engineering to the Project Cycle // Proceedings of the National Council on Systems Engineering (NCOSE) Conference. Chattanooga, TN, 1991. P. 57–65.

4. Федоров В.Н., Яковенко А.Д. Система управления летательной платформой длительного размещения оборудования на высоте // Научная сессия ТУСУР–2025: материалы междунар. науч.-техн. конф. Томск: В-Спектр, 2025. Ч. 1. С. 71–73.

5. Федоров В.Н., Ставский А.С. Вариант бюджетного квадрокоптера для создания мобильных систем связи // Шарыгинские чтения : Шестая междунар. 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, 2024. Ч. 1. С. 251–255.

Федоров Виктор Николаевич
Основатель и генеральный директор ООО «Сферический дрон в вакууме», студент, техник каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия, 634050
Эл. почта: real.illusion42@gmail.com

Яковенко Антон Дмитриевич
Студент, техник каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия, 634050
Эл. почта: anton.d.iakovenko@tusur.ru

Кривин Николай Николаевич
Канд. техн. наук, доцент, зав. каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (3822) 90-71-51
Эл. почта: nikolai.n.krivin@tusur.ru

V.N. Fedorov, A.D. Yakovenko, N.N. Krivin

Implementation of Individual Educational Trajectories in Engineering Education: from Low-Cost Unmanned Aircraft Systems Hardware Platforms to System Thinking Formation

The methodology of engineering training in the field of Unmanned Aircraft Systems (UAS) using accessible hardware platforms and adapting the V-Model of system engineering is considered. The experience of implementing a project within the 'Student Startup' grant support program, aimed at creating a modular educational course, is described. The approach that ensures the individualization of learning by reducing the cost of educational equipment and introducing hybrid educational formats is proposed. The prospects for scaling the methodology within the 'School – University – Enterprise' system are analyzed.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicles, engineering education, systems engineering, V-Model, individualized learning, student startup, project-based learning.

References

1. Decree of the President of the Russian Federation of February 28, 2024 No. 145 'On the Strategy for Scientific and Technological Development of the Russian Federation'. (in Russ.). Available at: http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358/ (accessed: 29 November 2025).

2. Zobnina M.R., Korotkov A.V., Rozhkov A.G. [Structure, challenges and opportunities for the development of entrepreneurship education in Russian universities]. Foresight, 2019, vol. 13, no. 4, pp. 69–81 (in Russ.).

3. Forsberg K., Mooz H. The Relationship of System Engineering to the Project Cycle. Proceedings of the National Council on Systems Engineering (NCOSE) Conference, Chattanooga, TN, 1991, pp. 57–65.

4. Fedorov V.N., Yakovenko A.D. Sistema upravleniya letatel'noj plat-formoj dlitel'nogo razmeshcheniya oborudovaniya na vysote [Control system of an aerial platform for long-term placement of equipment at altitude]. Materialy mezh-dunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii «Nauchnaya sessiya TUSUR–2025» ["Scientific session TUSUR-2025". Proc. of the international scientific and technical conference], Tomsk, TUSUR Publ., 2025. Vol. 1, pp. 71–73 (in Russ.).

5. Fedorov V.N., Stavskiy A.S. Variant byudzhetnogo kvadrokoptera dlya sozdaniya mobil'nyh sistem svyazi [A variant of a low-cost quadcopter for creating mobile communication systems]. Materialy VI mezhdunar. nauch. konf. «SHaryginskie chte-niya» [Conference of leading scientific schools in the field of radar, radio navigation and radio-electronic information transmission systems. Proc. VI international. scientific conf. "Sharygin readings"]. Tomsk, TUSUR Publ, 2024. Vol., pp. 251–255 (in Russ.).

Viktor N. Fedorov
CEO, LLC 'Spherical Drone in Vacuum', student, technician, Department of Design and Production of Radioelectronic Equipment, Tomsk State University of Control System and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Email: real.illusion42@gmail.com

Anton D. Yakovenko
Student, technician, Department of Design and Production of Radioelectronic Equipment, Tomsk State University of Control System and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Email: anton.d.iakovenko@tusur.ru

Nikolay 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, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 90-71-51
Email: nikolai.n.krivin@tusur.ru

УДК 378.147:004.94

В.В. Грахович, Н.Н. Кривин

АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИМУЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОЦЕПЕЙ В ИММЕРСИВНОЙ СРЕДЕ КАК ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ ЭРТОС

Рассматриваются вопросы программной реализации образовательного симулятора для инженеров службы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи (ЭРТОС). Обосновывается преимущество системного физического моделирования перед линейными сценарными алгоритмами. Подробно описывается архитектура разработанного плагина «Power Supply System», основанная на теории графов и алгоритмах поиска в глубину/ширину (DFS/BFS) и обеспечивающая динамический пересчет параметров электросети в реальном времени. Приводятся данные о реализации системы контекстного взаимодействия. Работа выполнена в рамках грантовой поддержки Фонда содействия инновациям («Студенческий стартап»).

Ключевые слова: Unreal Engine 5, индивидуализация обучения, математическое моделирование, теория графов, ЭРТОС, виртуальная реальность, электроснабжение.

Введение

Современная подготовка специалистов для высокотехнологичных отраслей, к которым относится аэронавигация, требует перехода от репродуктивных методов обучения к проблемно-ориентированным. Систематические обзоры применения виртуальной реальности (VR) в инженерном образовании показывают, что иммерсивные технологии значительно повышают вовлеченность и ускоряют формирование практических навыков по сравнению с традиционными методами [1]. Однако традиционные компьютерные тренажеры часто строятся на базе жестких линейных сценариев, где обучающийся должен выполнить единственно верную последовательность действий. Такой подход ограничивает возможности индивидуализации обучения: все студенты решают одинаковую задачу идентичным способом, что ведет к механическому запоминанию алгоритмов без глубокого понимания физики процессов.

В предыдущих работах авторами была обоснована концепция создания иммерсивного симулятора инженера ЭРТОС на базе движка Unreal Engine 5 [2], а также рассмотрены педагогические аспекты моделирования нештатных ситуаций в системах гарантированного электроснабжения (см. настоящий сборник: Тарасов Н.И., Кривин Н.Н. Использование иммерсивного симулятора на базе Unreal Engine для индивидуализации профессиональной подготовки инженеров центров обслуживания воздушного движения). Теоретическим фундаментом для реализации методики индивидуализации выступает когнитивно-аффективная модель иммерсивного обучения (CAMIL), описанная Г. Макрамски [3]. Согласно этой модели, высокий уровень технологического погружения (immersion) создает «эффект присутствия», который критически важен для обучения действиям в стрессовых ситуациях. Однако практическая реализация такого подхода требует сложного технологического базиса. Невозможно создать уникальную траекторию обучения для каждого студента, если программная среда не способна адекватно реагировать на непредсказуемые действия пользователя.

Целью данной работы является описание программной архитектуры и алгоритмических решений, реализованных в симуляторе (свидетельство о гос. регистрации № 2025613553 [4]), которые позволяют генерировать вариативные сценарии обучения за счет динамической симуляции физических процессов.

От сценарного подхода к системному моделированию

Для обеспечения подлинной индивидуализации образовательного процесса необходимо, чтобы виртуальная среда обладала свойством эмерджентности – способностью порождать сложные состояния из взаимодействия простых правил. В контексте подготовки инженеров ЭРТОС критически важным навыком является диагностика и устранение неисправностей в системе электропитания оборудования (радиомаяков, локаторов, серверов).

Линейный подход («если нажат тумблер А, включить лампу Б») не позволяет моделировать каскадные аварии или нетипичные ошибки студента. Поэтому в рамках проекта «Студенческий стартап» была разработана архитектура, основанная на системном моделировании: состояние каждого объекта рассчитывается в реальном времени на основе законов электротехники (законы Ома и Кирхгофа) и текущей топологии сети. Это позволяет преподавателю задавать не «сценарий прохождения», а «начальные условия» (например, параметры износа генератора), предоставляя студенту свободу в выборе методов диагностики и устранения неисправности.

Реализация плагина Power Supply System

Технологическим ядром симулятора является разработанный программный плагин Power Supply System. С точки зрения структуры данных электросеть аэродрома представлена в виде направленного графа, где вершинами (Nodes) являются источники и потребители энергии, а ребрами (Edges) – кабельные соединения.

В основе логики лежит класс UElectricalCircuitGraph, отвечающий за хранение топологии и управление состоянием сети. Для обеспечения динамической реакции на действия пользователя (подключение/отключение кабелей, срабатывание автоматов защиты) используются алгоритмы обхода графа.

Реализованы два ключевых алгоритма:

– поиск в ширину (BFS) используется для быстрого определения связности компонентов и обнаружения изменений в топологии сети при коммутациях;

– поиск в глубину (DFS) применяется для трассировки цепей питания от источников (ДГУ, трансформаторные подстанции) к конечным потребителям (серверные шкафы, приводы антенн).

Фрагмент программной реализации метода обхода графа, обеспечивающего динамическое определение активных цепей, представлен на рисунке 1.

```
void UElectricalCircuitGraph::TraverseGraphDFS(APowerNode* StartDevice, ETraverseDirection Direction, IGraphVisitorInterface& Visitor)
{
    if (!StartDevice || !CircuitData.Contains(StartDevice))
    {
        return;
    }

    TMap<APowerNode*, TArray<APowerNode*>> ReverseGraph;
    if (Direction == ETraverseDirection::Reverse || Direction == ETraverseDirection::Both)
    {
        ReverseGraph = BuildReverseGraph();
    }

    TSet<APowerNode*> Visited;
    TArray<TPair<APowerNode*, APowerNode*>> Stack; // Pair<Current, From>

    Stack.Push({ StartDevice, nullptr });
    Visited.Add(StartDevice);

    while (!Stack.IsEmpty())
    {
        TPair<APowerNode*, APowerNode*> Pair = Stack.Pop();

        APowerNode* Current = Pair.Key;
        APowerNode* From = Pair.Value;

        if (!Current)
            continue;

        if (!Visitor.Visit(Current, From))
            continue;

        auto PushNeighbor = [&](APowerNode* Neighbor)
            {
                if (Neighbor && !Visited.Contains(Neighbor))
                {
                    Visited.Add(Neighbor);
                    Stack.Push({ Neighbor, Current });
                }
            };

        if (Direction == ETraverseDirection::Forward || Direction == ETraverseDirection::Both)
        {
            if (CircuitData.Contains(Current))
            {
                for (const FConnection& Conn : CircuitData[Current].ConnectionsArray)
                {
                    PushNeighbor(Conn.ConnectedDevice);
                }
            }
        }

        if (Direction == ETraverseDirection::Reverse || Direction == ETraverseDirection::Both)
        {
            if (ReverseGraph.Contains(Current))
            {
                for (APowerNode* Parent : ReverseGraph[Current])
                {
                    PushNeighbor(Parent);
                }
            }
        }
    }
}
```

Рисунок 1 – Фрагмент алгоритма обхода графа электросети для динамического определения топологии

В отличие от упрощенных игровых механик, созданная система поддерживает работу с несколькими независимыми источниками питания («островами»), их корректное слияние при замыкании цепи и разделение при разрыве. Класс BP_EnergyGenerator рассчитывает доступную мощность и распределяет её между потребителями с учетом сопротивления линий. Это позволяет моделировать такие сложные явления, как падение напряжения на длинных линиях или перегрузка генератора при одновременном включении мощных потребителей – ситуации, требующие от студента принятия индивидуальных инженерных решений.

Система контекстного взаимодействия как элемент вовлечения

Индивидуализация обучения также достигается за счет системы взаимодействия с виртуальным миром. Вместо абстрактных меню («Починить», «Включить») реализован компонент AC_InteractionSystem, обеспечивающий физически корректное взаимодействие с объектами. Данный компонент использует механизм Raycasting (трассировка луча) для определения объекта в фокусе внимания и динамически подгружает доступные действия через систему Blueprint-интерфейсов (рисунок 2).

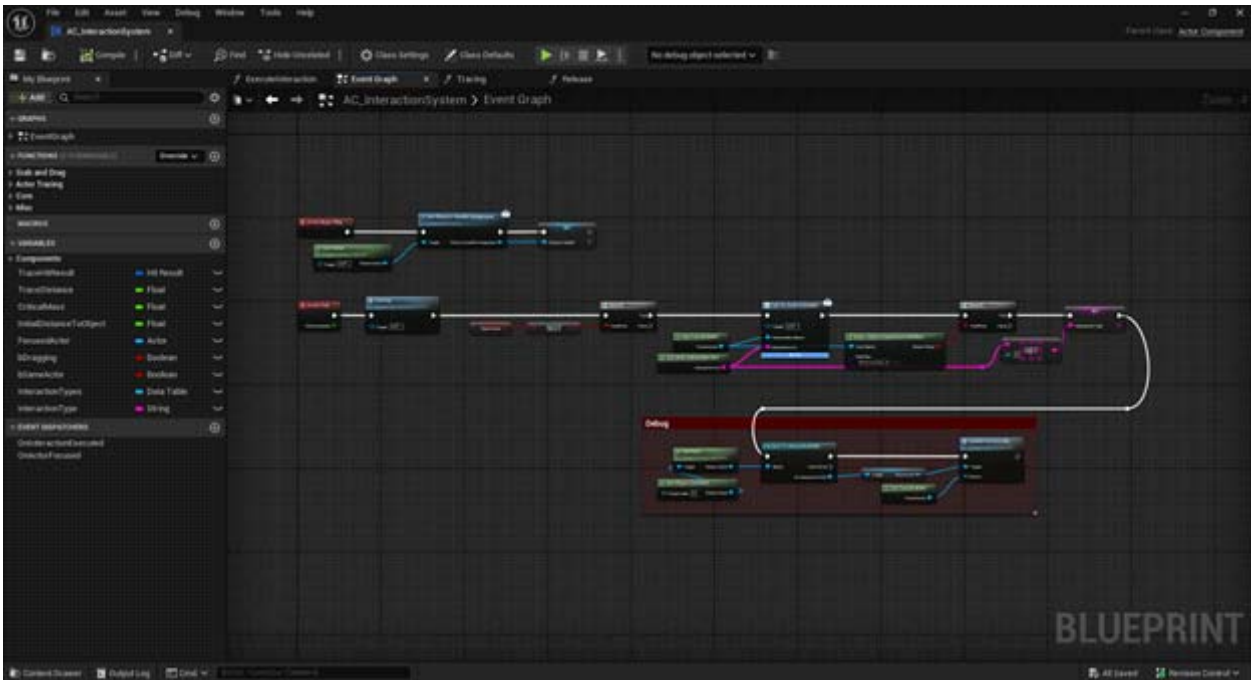


Рисунок 2 – Логическая схема обработки событий взаимодействия пользователя с объектами виртуальной среды

Такой подход позволяет студенту вручную прокладывать кабельные трассы, подключать измерительные приборы к конкретным контрольным точкам и управлять коммутационной аппаратурой. Возможность совершить ошибку на уровне моторики (например, подключить кабель к выходу вместо входа) и увидеть её последствия (отсутствие питания в цепи, рассчитанное математической моделью) формируют устойчивые профессиональные компетенции.

Результаты и перспективы

Разработанный симулятор достиг уровня технологической готовности TRL-4. Проведена апробация на тестовых сценах, воспроизводящих типовую структуру электроснабжения объектов ОВД. Подтверждена корректность расчетов нагрузок и токов в режимах штатной работы, работы от ИБП и ДГУ.

Реализация проекта поддержана в рамках программы «Студенческий стартап» (III очередь) [5] и программы «УМНИК». Полученные результаты демонстрируют, что интеграция глубоких математических моделей в среду игрового движка Unreal Engine 5 позволяет создать инструмент, адаптирующийся под уровень знаний конкретного студента. Система не просто проверяет знания, а создает уникальную среду для их применения.

Заключение

Переход от скриптовых тренажеров к симуляторам на базе физических моделей и теории графов является необходимым условием для качественной индивидуализации инженерного образования. Представленная архитектура плагина Power Supply System обеспечивает вариативность учебных задач, недостижимую для классических средств обучения. Дальнейшее развитие проекта предполагает внедрение поддержки VR-гарнитур и расширение библиотеки моделируемого оборудования.

Литература

1. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda / J. Radianti [et al.] // Computers & Education. 2020. Vol. 147. Art. 103778. DOI 10.1016/j.compedu.2019.103778. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013151930266X (accessed: 09.12.2025).

2. Кривин Н.Н., Грахович В.В. Компьютерный симулятор инженера по эксплуатации радиотехнического оборудования и связи центров организации воздушного движения как средство повышения качества образовательного процесса по специальности «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Технологический суверенитет: новые модели инженерного образования, развитие и повышение конкурентоспособности университетов: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2025. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82723869 (дата обращения: 24.11.2025).

3. Makransky G., Petersen G.B. The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): A Theoretical Research-Based Model of Learning in Immersive Virtual Reality // Educational Psychology Review. 2021. Vol. 33. P. 937–958. DOI 10.1007/s10648-020-09586-2. URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-020-09586-2 (accessed: 08.12.2025).

4. Программа для виртуальной симуляции работы инженера службы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи : свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ 2025613553 Рос. Федерация. № 2025611977 / Грахович В.В. ; заявл. 04.02.25 ; опубл. 12.02.25.

5. Протокол заседания дирекции Фонда содействия инновациям с учетом рекомендации конкурсной комиссии Фонда по отбору проектов // Фонд содействия инновациям : сайт. URL: https://fasie.ru (дата обращения: 08.12.2025).

Грахович Владимир Владимирович
Основатель и генеральный директор ООО «РУКНЕСТ», преподаватель каф. конструирования и производства радиоаппаратуры, студент 1-го курса Передовой инженерной школы Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Эл. почта: vladimir.v.grakhovich@tusur.ru

Кривин Николай Николаевич
Канд. техн. наук, доцент, зав. каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Тел.: +7 (3822) 90-71-51
Эл. почта: nikolai.n.krivin@tusur.ru

V.V. Grahovich, N.N. Krivin

Architecture of Dynamic Electrical Circuit Simulation Software in Immersive Environment as a Technological Foundation for Individualized Training of Air Traffic Safety Electronics Personnel

The issues of software implementation of an educational simulator for Air Traffic Safety Electronics Personnel (ATSEP) are considered. The advantages of systemic physical modeling over linear scenario algorithms in engineering education are presented. The architecture of the developed ‘Power Supply System’ plugin that is based on graph theory and utilizes Depth-First Search (DFS) and Breadth-First Search (BFS) algorithms to provide real-time dynamic recalculation of electrical grid parameters is described in details. The implementation of a context-sensitive interaction system is presented. The work was carried out within the grant support of the Foundation for the Promotion of Innovation (‘Student Startup"’).

Keywords: Unreal Engine 5, individualized learning, mathematical modeling, graph theory, ATSEP, virtual reality, power supply.

References

1. Radianti J., Majchrzak T. A., Fromm J., Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. Computers & Education, 2020, vol. 147, art. 103778. DOI: 10.1016/j.compedu.2019.103778. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013151930266X (accessed: 12 December 2025).

2. Krivin N.N., Grakhovich V.V. Komp'yuternyj simulyator inzhenera po ekspluatacii radiotekhnicheskogo oborudovaniya i svyazi centrov organizacii vozdushnogo dvizheniya kak sredstvo povysheniya kachestva obrazovatel'nogo processa po special'nosti «Tekhnicheskaya ekspluataciya transportnogo radiooborudovaniya» [Computer simulator of an engineer for the operation of radio engineering equipment and communications of air traffic control centers as a means of improving the quality of the educational process in the specialty ‘Technical operation of transport radio equipment’]. Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti. Tekhnologicheskij suverenitet: novye modeli inzhenernogo obrazovaniya, razvitie i povyshenie konkurentosposobnosti universitetov: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii [Modern education: integration of education, science, business and government. Technological sovereignty: new models of engineering education, development and increasing competitiveness of universities. Proc. of the International Scientific and Methodological Conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2025. Pp. 708–716 (in Russ.).

3. Tarasov N.I., Krivin N.N. Ispol'zovanie immersivnogo simulyatora na baze Unreal Engine dlya individualizacii professional'noj podgotovki inzhenerov centrov obsluzhivaniya vozdushnogo dvizheniya [Using an Unreal Engine-based immersive simulator to personalize the professional training of air traffic control center engineers]. Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti. Tekhnologicheskij suverenitet: novye modeli inzhenernogo obrazovaniya, razvitie i povyshenie konkurentosposobnosti universitetov: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii [Modern education: integration of education, science, business and government. Technological sovereignty: new models of engineering education, development and increasing competitiveness of universities. Proc. of the International Scientific and Methodological Conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2025. (in Russ.).

4. Makransky G., Petersen G. B. The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): A Theoretical Research-Based Model of Learning in Immersive Virtual Reality. Educational Psychology Review, 2021, vol. 33, pp. 937–958. DOI: 10.1007/s10648-020-09586-2. Available at: https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-020-09586-2 (accessed: 8 December 2025).

5. Grakhovich V.V. Program for virtual simulation of the work of an engineer of radio technical equipment and communication operation service. Certificate of registration of a computer program RF, no. 2025613553, 2025. (in Russ.).

6. Minutes of the meeting of the Directorate of the Innovation Promotion Fund, taking into account the recommendations of the Fund's competition committee for the selection of projects. (in Russ.). Available at: https://fasie.ru (accessed: 8 December 2025).

Vladimir V. Grahovich
Chief Executive Officer, LLC ‘RUKNEST’, lecturer, Department of Design and Production of Radioelectronic Equipment, student, Advanced Engineering School ‘Electronic Equipment and Communication Systems’named after A. V. Kobzev, Tomsk State University of Control System and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Email: vladimir.v.grakhovich@tusur.ru

Nikolay 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, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 90-71-51
Email: nikolai.n.krivin@tusur.ru

УДК 378.147:004.946

В.В. Грахович, Н.Н. Кривин

РЕАЛИЗАЦИЯ ИГРОВЫХ МЕХАНИК ОБРАТНОЙ СВЯЗИ И СЦЕНАРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КРИТИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ИНЖЕНЕРОВ ЭРТОС

Рассматриваются психолого-педагогические аспекты использования иммерсивного симулятора в подготовке специалистов службы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи (ЭРТОС). Обосновывается применение механик геймификации не только для вовлечения, но и как средства автоматизированной самодиагностики профессиональных дефицитов. Впервые описывается методика моделирования глобальных последствий ошибок инженера (от задержки рейсов до авиационных происшествий) в зависимости от метеорологических условий. Предлагаемый подход позволяет сформировать у студентов осознанное отношение к профессиональной ответственности в безопасной виртуальной среде.

Ключевые слова: профессиональная ответственность, геймификация, симулятор, ЭРТОС, самодиагностика, безопасность полетов, Unreal Engine 5.

Введение

Специфика подготовки инженеров для авиационной отрасли заключается в высочайшей цене ошибки: неверное действие специалиста службы ЭРТОС может привести к нарушению работы систем связи и навигационных систем и, как следствие, к авиационным происшествиям. Традиционные методы обучения (лабораторные стенды, лекции) передают знания, но часто не формируют ответственности и эмоционального переживания за результат. Студент знает, что ошибка в учебной тетради приведет лишь к снижению оценки, что создает разрыв между учебной деятельностью и реальным грузом ответственности.

В предыдущих исследованиях авторов была рассмотрена техническая архитектура симулятора на базе Unreal Engine 5 (см. в данном сборнике: Грахович В.В, Кривин Н.Н. Архитектура программного модуля динамической симуляции электроцепей в иммерсивной среде как технологическая основа индивидуализации подготовки инженеров ЭРТОС), а также общие перспективы геймификации в инженерном образовании (см. в данном сборнике: Тарасов Н.И., Кривин Н.Н. Использование иммерсивного симулятора на базе Unreal Engine для индивидуализации профессиональной подготовки инженеров центров обслуживания воздушного движения). Однако для качественной индивидуализации обучения необходимо, чтобы образовательная среда предоставляла студенту не только технические задачи, но и мгновенную наглядную обратную связь о последствиях его решений.

Целью данной работы является описание методики использования игровых механик (системы состояний персонажа, экономики, динамической погоды и моделирования катастроф) как инструмента формирования профессиональной ответственности и навыков самодиагностики.

Игровой интерфейс как зеркало компетенций

Индивидуализация обучения невозможна без способности студента самостоятельно оценивать свой прогресс. В разрабатываемом симуляторе (свидетельство о регистрации № 2025613553 [1]) интерфейс пользователя (UI) трансформирован из элемента управления в диагностическую панель.

Внедрены механики «шкала опыта» и «древо навыков». В отличие от развлекательных игр, где прогресс линейный, здесь доступ к сложным измерительным приборам открывается только после подтверждения базовых компетенций. Система инвентаря с ограничением по весу и слотам заставляет студента планировать операции обслуживания: невозможно взять с собой «весь склад», необходимо заранее проанализировать задачу и выбрать нужный инструмент. Ошибка в планировании (забыл предохранитель, взял не тот тестер) приводит к потере времени, что фиксируется системой.

Симуляция физиологических состояний и охрана труда

Одной из ключевых проблем начинающих специалистов является пренебрежение правилами техники безопасности (ТБ). В симуляторе реализована система физиологических состояний персонажа. Вместо формального замечания преподавателя нарушение ТБ (например, работа под напряжением) приводит к мгновенной негативной обратной связи: срабатывает механика «Электрический удар», временно блокирующая управление или вызывающая визуальные искажения.

Также моделируются состояния «Утомление» и «Переохлаждение», зависящие от условий работы. Это учит студента не просто «крутить гайки», а учитывать человеческий фактор и организовывать свое рабочее время, что является важной частью профессиональной культуры.

Моделирование цепи критических событий

Центральным элементом методики является реализация причинно-следственных связей между действиями инженера и функционированием авиационной транспортной системы (АТС). В симуляторе заложены алгоритмы, связывающие локальную ошибку с глобальными последствиями для безопасности, регулярности и эффективности полетов.

Механизм работает следующим образом: неверное техническое обслуживание (например, неправильная калибровка радиомаяка или отказ от проверки резервного генератора) запускает скрытый таймер деградации системы. В критический момент (например, при заходе судна на посадку) происходит отказ оборудования.

В зависимости от тяжести ошибки и сопутствующих условий симулятор генерирует финал игровой сессии, классифицируемый по стандартам ИКАО (приложение 13):

1) авиационный инцидент: уход на второй круг, задержка рейса, потеря эшелонирования;

2) серьезный инцидент: опасное сближение, выкатывание за пределы ВПП;

3) авиационное происшествие (катастрофа): столкновение с землей, человеческие жертвы.

Визуализация этих последствий в виртуальной среде создает мощный эмоциональный импринтинг. Студент видит не «двойку» в зачетке, а реальные самолеты и вертолеты, которые не смогли совершить посадку из-за его халатности (рисунок 1).

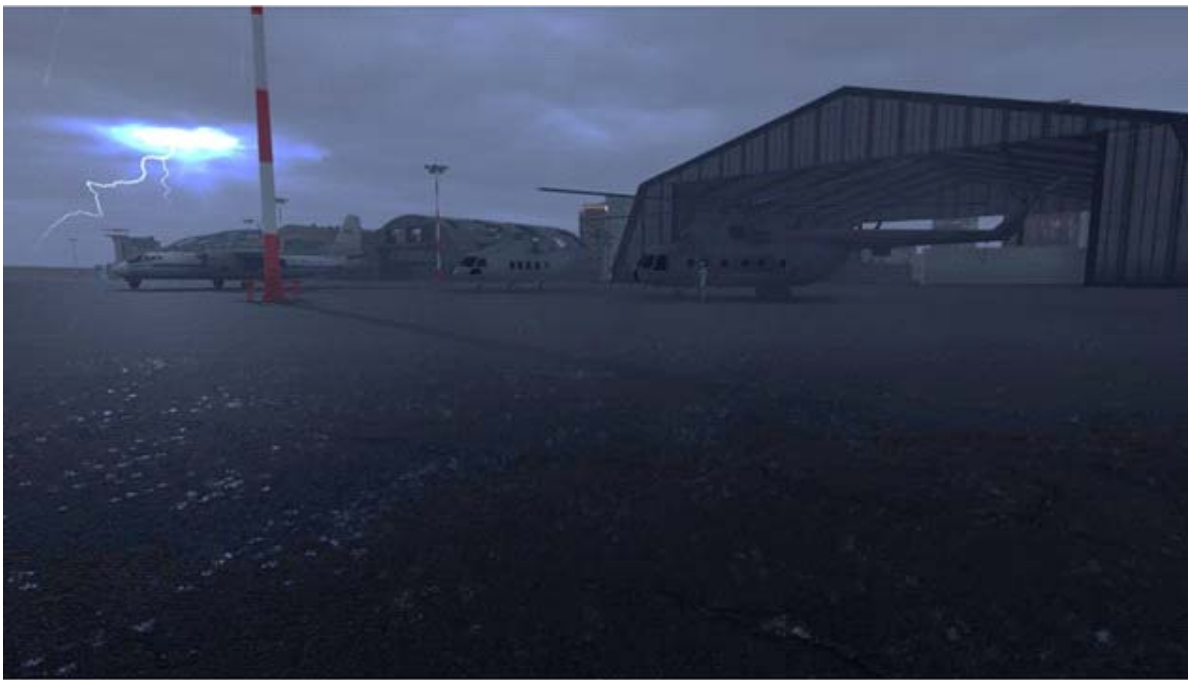


Рисунок 1 – Воздушные суда в зоне ответственности инженера: объекты, безопасность которых зависит от действий обучающегося (рендер симулятора в UE5)

Влияние среды на сложность профессиональных задач

Для углубления индивидуализации в симуляторе реализована динамическая система погодных условий и времени суток. Одна и та же техническая неисправность может иметь разные последствия в зависимости от контекста. Например, отказ системы светосигнального оборудования днем в ясную погоду может привести лишь к незначительным ограничениям. Тот же отказ ночью или в условиях тумана (категорированный метеоминимум) становится критическим (рисунок 2).

Симулятор позволяет преподавателю (или адаптивному алгоритму) менять условия среды, усложняя задачу по мере роста навыков студента. Необходимость добираться до удаленных объектов (например, дальнего приводного радиомаяка) в условиях плохой видимости или распутицы на служебном транспорте добавляет элемент реализма и учит учитывать логистические задержки при устранении аварий (рисунок 3).

Заключение

Интеграция в образовательный процесс симулятора с развитыми механиками обратной связи позволяет качественно изменить подход к формированию профессиональной ответственности. Студент получает возможность совершить критическую ошибку и увидеть её последствия (вплоть до катастрофических) в безопасной виртуальной среде. Это формирует осознанное отношение к соблюдению регламентов и технологий эксплуатации.

Система автоматизированной диагностики, основанная на внутриигровых показателях (здоровье, штрафы, статус АТС), позволяет студенту самостоятельно выявлять свои слабые стороны, обеспечивая подлинную индивидуализацию профессионального роста.

Рисунок 2 – Эксплуатация радиолокационного оборудования в усложненных климатических условиях (зима, снегопад) (рендер симулятора в UE5)

Рисунок 3 – Моделирование логистических задач инженера в условиях ограниченной видимости (рендер симулятора в UE5)

Литература

1. Программа для виртуальной симуляции работы инженера службы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи : свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ 2025613553 Рос. Федерация. № 2025611977 / Грахович В.В. ; заявл. 04.02.25 ; опубл. 12.02.25.

Грахович Владимир Владимирович
Основатель и генеральный директор ООО «РУКНЕСТ», преподаватель каф. конструирования и производства радиоаппаратуры, студент 1-го курса Передовой инженерной школы Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Эл. почта: vladimir.v.grakhovich@tusur.ru

Кривин Николай Николаевич
Канд. техн. наук, доцент, зав. каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Тел.: +7 (3822) 90-71-51
Эл. почта: nikolai.n.krivin@tusur.ru

V.V. Grahovich, N.N. Krivin

Implementation of Game Feedback Mechanics and Scenario Modeling of Critical Events as a Tool for Developing Professional Responsibility among Air Traffic Safety Electronics Personnel

The psychological and pedagogical aspects of using the immersive simulator in training Air Traffic Safety Electronics Personnel are considered. The use of gamification mechanics not only for engagement but also as a means of automated self-diagnosis of professional deficits is justified. The methodology for modeling the global consequences of engineer errors (from flight delays to accidents) depending on meteorological conditions is described for the first time. The proposed approach allows students to form the conscious attitude to professional responsibility in a safe virtual environment.

Keywords: professional responsibility, gamification, simulator, ATSEP, self-diagnosis, flight safety, Unreal Engine 5.

References

1. Grakhovich V.V. Program for virtual simulation of the work of an engineer of radio technical equipment and communication operation service. Certificate of registration of a computer program RF, no. 2025613553, 2025. (in Russ.).

Vladimir V. Grahovich
Chief Executive Officer, LLC ‘RUKNEST’, lecturer, Department of Design and Production of Radioelectronic Equipment, student, Advanced Engineering School ‘Electronic Equipment and Communication Systems’named after A. V. Kobzev, Tomsk State University of Control System and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Email: vladimir.v.grakhovich@tusur.ru

Nikolay 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, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 90-71-51
Email: nikolai.n.krivin@tusur.ru

УДК 378.147:004.94

М.И. Хацкевич, Н.Н. Кривин

КОСТЮМ ЗАХВАТА ДВИЖЕНИЯ «HIT-MOTION» КАК ИНСТРУМЕНТ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ И ФИЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УНИВЕРСИТЕТЕ

Рассматривается дидактический потенциал инерционного костюма захвата движения «HIT-Motion», разрабатываемого в ТУСУРе, для создания персонализированных образовательных и тренировочных траекторий. Анализируются технологические преимущества системы: мобильность, скорость калибровки, интеграция с игровыми движками, 3D-программами и автоматическая обработка данных с помощью ИИ, а также фильтров. Предлагаются методики применения технологии для объективного анализа и коррекции двигательных навыков в рамках дисциплин хореографии и актерского мастерства. Особое внимание уделено возможностям костюма в сфере физической культуры и спорта для направлений, развиваемых в ТУСУРе: бальных танцев, единоборств, силовых видов, фитнеса, академической гребли, адаптивной физической культуры и игровых видов спорта. Формулируются конкретные предложения по интеграции костюма в образовательный процесс для формирования индивидуальных траекторий профессионального роста будущих специалистов и спортсменов.

Ключевые слова: захват движения, motion capture, индивидуализация обучения, профессиональный рост, биомеханический анализ, физическая культура, спортивная подготовка, адаптивная реабилитация.

Актуальной задачей современного высшего образования является переход от унифицированных программ к персонализированным траекториям, особенно в дисциплинах, связанных с формированием сложных двигательных навыков [1]. Традиционные методы оценки в хореографии, актерском мастерстве, спорте и реабилитации часто субъективны и не предоставляют объективных количественных данных для адресной коррекции. Решением может стать внедрение технологий захвата движения (Motion Capture, MoCap), которые позволят создавать «цифрового двойника» обучающегося и проводить точный биомеханический анализ, в частности, в режиме реального времени [2]. Цель данной работы – сформировать методические основы применения отечественного инерционного костюма «HIT-Motion» (рисунок 1) для индивидуализации процесса профессионального обучения и спортивной подготовки студентов в университетской среде.

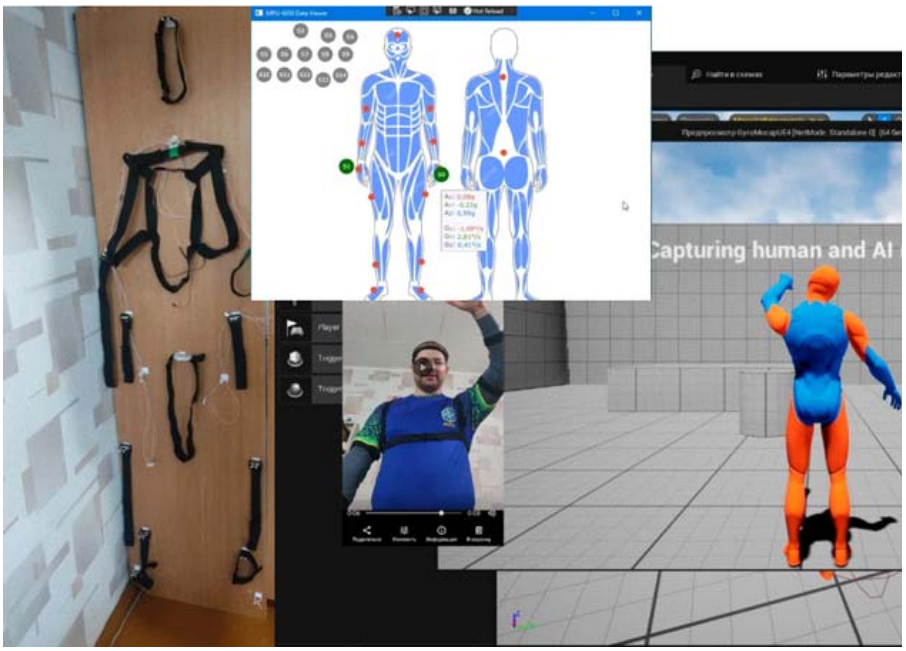


Рисунок 1 – Отладочный прототип костюма захвата движений «HIT-Motion»

Технологическая платформа «HIT-Motion» как основа обучающих методик

Разрабатываемый в МСБИ «Дружба» ТУСУРа костюм «HIT-Motion» представляет собой систему на инерциальных датчиках (IMU). Ключевые для образовательного процесса преимущества костюма (таблица 1) включают: мобильность и независимость от камер и проводов, что позволяет использовать его в любой аудитории, спортивном зале или на открытом воздухе; калибровку менее чем за 5 минут, что укладывается в рамки стандартного занятия; прямую интеграцию с Unity, Unreal Engine и Blender, знакомыми студентам IT- и дизайн-направлений; функцию автоочистки данных на основе ИИ и фильтров, минимизирующую рутинную работу преподавателя. Эти характеристики формируют готовую технологическую базу для разработки новых методик обучения.

Таблица 1 – Сравнение прототипа и аналогов технологии захвата движения

Характеристика	HIT-Motion	OptiTrack	Xsens	PhaseSpace
Кол-во точек трекинга	15	Более 50	От 15	Более 30
Цена, тыс. руб.	100	от 200	1500–2500	40–60
Автоочистка данных	Да, ИИ	Базовая	HD Rezka (базовая)	Есть, метод не раскрыт
Тип датчиков	IMU (Ai)	Камеры	IMU	Маркеры
Зависимость от проводов	Нет	Да	Нет	Да
Калибровка	Менее 5 мин	30 мин	5 мин	30 мин
Поддержка Unity, UE, Blender 3D	Да, плагин с прямой интеграцией	Доп. модуль	Да, плагин через программу	Доп. модуль
Возможность использования на улице	Да	Нет	Да	Нет
Совместимость с VR/AR	Да	Ограниченная	Да	Ограниченная
Объем данных	Низкий	Высокий	Низкий	Высокий
Требования к ПК	Низкие	Высокие	Низкие	Высокие
Поддержка беспроводной передачи данных	Есть	Нет	Есть	Нет
Время непрерывной работы, ч	От 2,5	Не ограничено	8	Не ограничено

Индивидуализация в творческом и профессиональном образовании

При подготовке хореографов и актеров технология позволяет перейти от обучения «с рук» к объективному анализу. Методика заключается в создании эталонного «цифрового слепка» движения педагога или сценического образа. Далее исполнение студента записывается и программное обеспечение автоматически сравнивает два набора данных, выделяя отклонения по углам в суставах, траектории центра тяжести и ритму [3]. Результатом становится персональная «карта ошибок» для каждого обучающегося, на основе которой формируется набор корректирующих упражнений. Для актеров это также инструмент режиссера, позволяющий визуализировать и обсуждать пластический рисунок роли [4]. Такой подход не только повышает эффективность обучения, но и формирует цифровое портфолио студента, отражающее его профессиональный рост.

Применение в системе физической культуры и спорта ТУСУРа

Биомеханический анализ с помощью MoCap является золотым стандартом в спортивной науке и реабилитации [5]. Внедрение доступной системы «HIT-Motion» открывает новые возможности для спортивных секций кафедры физического воспитания и спорта и кафедры спортивного совершенствования ТУСУРа:

1. Единоборства и силовые виды спорта: точный анализ кинематики ударных движений, бросковой техники или выполнения силовых упражнений (присед, жим). Выявление асимметрий и опасных паттернов (например, завал колена) для профилактики травм и индивидуализации силовой нагрузки.

2. Академическая гребля: анализ симметрии и цикличности гребка, углов в суставах, согласованности работы всех мышечных групп. Оптимизация техники на основе объективных данных для каждого члена экипажа.

3. Фитнес и адаптивная физическая культура: контроль правильности выполнения упражнений в группах здоровья и реабилитации. Для студентов с ограниченными возможностями здоровья костюм позволяет дозировать нагрузку и объективно отслеживать прогресс в восстановлении двигательных функций [6].

4. Игровые виды спорта: анализ техники прыжков, изменений направления движения, групповых взаимодействий. Оценка влияния усталости на технику и профилактика перегрузок [7].

5. Танцевальный вид спорта: детальный анализ устойчивости корпуса, работы опорной ноги, амплитуды и плавности маховых действий, точности позиционирования рук и головы в различных фазах композиции. Для парных и групповых программ система фиксирует степень синхронности партнёров, соответствие движений музыкальному ритму, своевременность смены поз и направлений. Это делает возможной раннюю диагностику неэффективных двигательных стереотипов (избыточные наклоны, скручивания, нарушения осанки), улучшение выразительности хореографии и профилактику перегрузочных травм опорно-двигательного аппарата.

Использование костюма в учебном процессе по дисциплине «Физическая культура и спорт» позволит перейти от групповых инструктажей к персонализированным рекомендациям для каждого студента, учитывающим его антропометрию и текущий уровень подготовки.

Проект интеграции в образовательную экосистему ТУСУРа

Для реализации потенциала технологии предлагается:

1) создание междисциплинарной лаборатории «Цифровая биомеханика» на базе Передовой инженерной школы ТУСУРа, объединяющей усилия кафедр ИРЭТа и кафедр физического воспитания и спорта и спортивного совершенствования для разработки методических кейсов;

2) внедрение в проектное обучение – студенческие команды (программисты, схемотехники, спортивные специалисты) будут создавать программные надстройки и контент под конкретные задачи спортивных секций или партнеров из медицинских и творческих вузов;

3) разработка элективного курса «Основы биомеханического анализа с помощью технологий захвата движения» для студентов спортивно-педагогических и инженерных направлений.

Заключение

Костюм захвата движения «HIT-Motion» представляет собой не только коммерческий продукт для креативных индустрий, но и эффективный научно-методический инструмент. Его применение позволит объективизировать процесс формирования двигательных навыков, что является краеугольным камнем истинной индивидуализации обучения. Внедрение технологии в практику творческих дисциплин, спортивной подготовки и адаптивной физической культуры в ТУСУРе способно существенно повысить качество образования, сформировать уникальные цифровые компетенции у будущих специалистов и обеспечить их профессиональный рост через персонализированную обратную связь. Перспективой дальнейших исследований является проведение педагогического эксперимента по апробации предложенных методик в учебных группах и спортивных секциях университета.

Литература

1. Петрова Е.С. Применение инновационных образовательных методов в обучении современной хореографии // Актуальные исследования. 2024. № 7(189). С. 66–69.

2. Хмарский П. Использование в медицинских исследованиях тактильного костюма Teslasuit с системой инерциального захвата движения // Неразрушающий контроль и диагностика. 2024. № 2. С. 187–192.

3. Chen H.-Y., Cheng Y.-H., Lo A. Improve Dancing Skills with Motion Capture Systems: Case Study of a Taiwanese High School Dance Class // Research in Dance Education. 2023. Vol. 24(2).

4. Motion Capture and VR for Physical Theatre Training / J. Thompson [et al.] // ACCAD Project, Ohio State University. 2015-2018.

5. Современные возможности технологий захвата движения в исследовании спортивных травм (обзор) / А.Н. Белова [и др.] // Российский журнал биомеханики. 2022. № 26(2). С. 74–86.

6. Interactive motion-capture rehabilitation versus conventional therapy for inpatient stroke: a randomized trial / J. Cannell [et al.] // Clinical Rehabilitation. 2018. Vol. 32(2). P. 191–200.

7. Suo X., Tang W., Li Z. Motion Capture Technology in Sports Scenarios: A Survey // Sensors. 2024. Vol. 24(9). P. 2947.

Хацкевич Максим Иванович
Основатель и генеральный директор ООО «HIT-Motion», студент 1-го курса Передовой инженерной школы Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
ул. Красноармейская, 147, г. Томск, Россия 634029
Эл. почта: max77_max77@mail.ru

Кривин Николай Николаевич
Канд. техн. наук, доцент, зав. каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Тел.: +7 (3822) 90-71-51
Эл. почта: nikolai.n.krivin@tusur.ru

M.I. Khatskevich, N.N. Krivin

‘HIT-Motion’ Capture Suit as a Tool for Individualizing Professional Training and Physical Education and Sport Activities at University

The didactic potential of the inertial motion capture suit ‘HIT-Motion’ developed at TUSUR for creating personalized educational and training trajectories is considered. The technological advantages of the system such as mobility, calibration speed, integration with game engines, and automatic data processing using AI are analyzed. Methodologies for using the technology for objective analysis and correction of motor

skills in choreography and acting disciplines are proposed. Special attention is paid to the suit's capabilities in physical education and sports at TUSUR such as ball dancing, martial arts, strength sports, fitness, rowing, adaptive physical culture, and team sports. Specific proposals for integrating the suit into the educational process to form individual trajectories for the professional growth of future specialists and athletes are formulated.

Keywords: motion capture, individualization of learning, professional growth, biomechanical analysis, physical education, sports training, adaptive rehabilitation.

References

1. Petrova E.S. [Application of innovative educational methods in teaching modern choreography]. Current Research, 2024, no. 7(189), pp. 66–69 (in Russ.).

2. Khmarsky P. [Use of the Teslasuit tactile suit with an inertial motion capture system in medical research]. Non-Destructive Testing and Diagnostics, 2024, no. 2, pp. 187–192 (in Russ.).

3. Chen H.-Y., Cheng Y.-H., Lo A. Improve Dancing Skills with Motion Capture Systems: Case Study of a Taiwanese High School Dance Class. Research in Dance Education, 2023, no. 24(2).

4. Thompson J. et al. Motion Capture and VR for Physical Theatre Training. ACCAD Project, Ohio State University, pp. 2015-2018.

5. Belova A.N., et al. Modern capabilities of motion captures technologies in the study of sports injuries. Russian Journal of Biomechanics, 2022, no. 26(2), pp. 74–86 (in Russ.).

6. Cannell J., et al. Interactive motion-capture rehabilitation versus convention-al therapy for inpatient stroke: a randomized trial. Clinical Rehabilitation, 2018, no. 32(2), pp. 191–200.

7. Suo X., Tang W., Li, Z. Motion Capture Technology in Sports Scenarios: a Survey. Sensors, 2024, no. 24(9), p. 2947.

Maxim I. Khatskevich
CEO, LLC ‘HIT-Motion’, student, Advanced Engineering School ‘Electronic Equipment and Communication Systems’ named after A. V. Kobzev, Tomsk State University of Control System and Radioelectronics (TUSUR)
147, Krasnoarmeyskaya st., Tomsk, Russia, 634029
Email: max77_max77@mail.ru

Nikolay 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, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 90-71-51
Email: nikolai.n.krivin@tusur.ru

УДК 378.147

Д.А. Шелягин, Н.Н. Кривин

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ ВЫСОКОМОТИВИРОВАННЫХ СТУДЕНТОВ: ОТ ВХОДНОЙ ДИАГНОСТИКИ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

Рассматривается концепция адаптивной модели обучения для студентов технических специальностей. Предлагается внедрение механизма валидации предшествующих знаний через модульную систему с использованием алгоритмов искусственного интеллекта. Описана методика разделения образовательного потока на основе входной диагностики, позволяющая высокомотивированным студентам оптимизировать аудиторную нагрузку и высвободить время для научно-исследовательской деятельности и ранней профессиональной интеграции. Особое внимание уделено сохранению качества инженерной подготовки через обязательный характер лабораторного практикума.

Ключевые слова: индивидуальная образовательная траектория, модульное обучение, входная диагностика, VPL, адаптивное обучение, инженерное образование, геймификация.

Введение

Современное техническое образование сталкивается с проблемой неоднородности входного уровня подготовки студентов. На первый курс поступают абитуриенты с разным багажом знаний: выпускники профильных IT-классов, колледжей, а также школьники без специализированной подготовки. При классическом линейном подходе преподаватель вынужден ориентироваться на «среднего» студента. Это приводит к двум негативным эффектам: снижению мотивации у сильных студентов, вынужденных повторно изучать известный им материал, и чрезмерной когнитивной нагрузке на отстающих.

Целью данной работы является разработка концепции индивидуализации обучения, которая позволит трансформировать образовательный процесс из жестко регламентированного в гибкий и адаптивный, соответствующий запросам современного рынка труда и цифровой экономики [1].

Методология: модульность и валидация знаний

В основу предлагаемой концепции положен модульно-рейтинговый подход [2], дополненный механизмом валидации имеющихся знаний (Validation of Prior Learning – VPL, методика также известна как Recognition of Prior Learning – RPL). Согласно европейским и отечественным рекомендациям, VPL позволяет учитывать результаты неформального и спонтанного обучения при освоении основных образовательных программ [3].

Предлагается декомпозиция учебных дисциплин на автономные информационные блоки (микромодули), каждый из которых снабжен инструментами входной диагностики. Ключевым инструментом реализации должна стать цифровая образовательная среда вуза (на базе LMS Moodle или собственной разработки), интегрированная с технологиями искусственного интеллекта (ИИ). Использование ИИ необходимо для качественной проверки не только тестовых заданий, но и развернутых ответов, что исключает возможность случайного угадывания («фактор везения») при прохождении диагностики.

Алгоритм адаптивного прохождения дисциплины

Предлагаемая модель предполагает изменение логики освоения дисциплины. Вместо линейного движения «Лекции –> Семинары –> Лабораторные», студент получает возможность управлять своим темпом (рисунок 1).

Рисунок 1 – Алгоритм формирования индивидуальной траектории в рамках дисциплины

Процесс строится следующим образом.

1. Входная диагностика: в начале модуля студент проходит углубленное тестирование.

2. Дифференциация траектории:

а) базовый сценарий – если порог входа не пройден, студент обучается в классическом формате (очное посещение лекций и практик);

б) ускоренный сценарий – при успешном подтверждении компетенций студент освобождается от посещения теоретических занятий (лекций) по данному модулю. Ему открывается онлайн-доступ к заданиям повышенной сложности или материалам следующих модулей.

3. Императив практической подготовки: важнейшим условием сохранения качества инженерного образования в ТУСУРе является обязательное очное выполнение лабораторных работ, поэтому работа с реальным оборудованием и измерительными стендами не может быть заменена дистанционными симуляторами без потери качества. Таким образом, даже студенты, идущие по ускоренному треку, обязаны посещать лабораторный практикум.

Геймификация и визуализация прогресса

Для повышения вовлеченности студентов в процесс обучения предлагается заменить классические журналы успеваемости на «Тепловые карты компетенций». Визуализация прогресса в формате, привычном для IT-индустрии (по аналогии с активностью на GitHub), а также внедрение элементов геймификации (получение виртуальных наград за досрочное закрытие модулей) будут способствовать поддержанию высокой мотивации.

Результат – своевременная профессиональная интеграция

Внедрение предложенной системы позволит студентам с высокой успеваемостью экономить, по нашим оценкам, до 20–30% учебного времени за счет отказа от посещения занятий по уже известным темам. Высвободившийся ресурс времени предлагается использовать не для отдыха, а для профессионального роста:

1) для углубленной научной работы, например для участия в грантах и исследованиях на кафедрах;

2) перехода на индивидуальный учебный план (ИУП), который предоставит возможность на старших курсах совмещать учебу с работой по специальности без ущерба для освоения программы;

3) усиления технологии группового проектного обучения (ГПО), когда освобождение от рутинной нагрузки позволит уделять больше времени групповому проектному обучению, фокусируясь на создании реальных продуктов.

Заключение

Переход к описанной модели требует технической доработки LMS-систем университета и методической переработки контента дисциплин. Однако такой подход позволит реализовать истинную студентоцентрированность, давая возможность каждому обучающемуся двигаться с оптимальной для него скоростью: от выравнивания базы до опережающего развития.

Литература

1. Блинов В.И., Сергеев И.С., Есенина Е.Ю. Педагогические концепции цифрового профессионального образования и обучения. М.: Изд. дом «Дело» РАНХиГС, 2020. 98 с.

2. Шехонин А.А., Тарлыков В.А. Балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения // Высшее образование в России. 2011. № 6. С. 22–30. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ballno-reytingovaya-sistema-otsenivaniya-rezultatov-obucheniya (дата обращения: 10.12.2025).

3. Европейское руководство по валидации неформального и спонтанного обучения (CEDEFOP). Люксембург: Офис официальных публикаций Европейского Союза, 2015. URL: https://www.cedefop.europa.eu/files/evropeyskoe_rukovodstvo_po_validacii_neformalnogo_i_spontannogo_obucheniya.pdf (дата обращения: 11.12.2025).

Шелягин Даниил Артёмович
Студент 2-го курса, техник каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Эл. почта: https://vk.com/sheldanchic

Кривин Николай Николаевич
Канд. техн. наук, доцент, зав. каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Тел.: +7 (3822) 90-71-51
Эл. почта: nikolai.n.krivin@tusur.ru

D.A. Shelyagin, N.N. Krivin

Individualization of Educational Trajectories for Highly Motivated Students: from Entry Level Diagnostics to Professional Integration

The concept of an adaptive learning model for students of technical specialties is considered. It is proposed to introduce a mechanism for validating previous knowledge through a modular system using artificial intelligence algorithms. The method of dividing the educational stream based on entry level diagnostics which allows highly motivated students to optimize their classroom workload and free up time for research activities and early professional integration is described. Special attention is paid to maintaining the quality of engineering training through the compulsory laboratory practice.

Keywords: individual educational trajectory, modular learning, entry-level diagnostics, VPL, adaptive learning, engineering education, gamification.

References

1. Blinov V.I., Sergeev I.S., Yesenina E.Yu. Pedagogicheskie koncepcii cifrovogo professional'nogo obrazovaniya i obucheniya [Pedagogical concepts of digital vocational education and training]. Moscow, «Delo» RANHiGS, 2020. 98 p. (in Russ.).

2. Shekhonin A.A., Tarlykov V.A. [Point-rating system for assessing learning outcomes]. Higher Education in Russia, 2011, no. 6, pp. 22–30. (in Russ.).

3. European Guidelines for the Validation of Non-Formal and Informal Learning (CEDEFOP), Luxembourg: Office for

Official Publications of the European Union, 2015. (in Russ.). Available at: https://www.cedefop.europa.eu/files/evropeyskoe_rukovodstvo_po_validacii_neformalnogo_i_spontannogo_obucheniya.pdf (accessed: 11 December 2025).

Daniil A. Shelyagin
Student, Technician, Department of Design and Production of Radioelectronic Equipment, Tomsk State University of Control System and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Email: https://vk.com/sheldanchic

Nikolay 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, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 90-71-51
Email: nikolai.n.krivin@tusur.ru

УДК 378.147:629.78

Д.С. Старцев, С.М. Липухина, Н.Н. Кривин

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ У БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ ЧЕРЕЗ ВНЕДРЕНИЕ V-МОДЕЛИ В ПРОЕКТНОЕ ОБУЧЕНИЕ (НА ПРИМЕРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ НАНОСПУТНИКОВ CANSAT)

Рассматривается проблема индивидуализации обучения в области аэрокосмического приборостроения. Предложена методика подготовки специалистов на основе проектирования атмосферных зондов формата CanSat с использованием V-модели системной инженерии. Обоснована экономическая и методическая эффективность использования доступной элементной базы (COTS-компоненты, 3D-печать) для реализации принципа «каждому студенту – свой спутник». Описана экосистемная модель «Школа – Вуз», в которой запуск спутников осуществляется с использованием беспилотных летательных аппаратов, разработанных в рамках смежных студенческих проектов.

Ключевые слова: инженерное образование, системная инженерия, V-модель, CanSat, наноспутники, индивидуализация обучения, междисциплинарные проекты, БПЛА.

Введение

Трансформация космической отрасли, известная как «New Space», характеризуется снижением стоимости вывода полезной нагрузки и миниатюризацией космических аппаратов. Форматы CubeSat и PocketQube стали стандартом не только для университетских экспериментов, но и для коммерческих миссий. В этих условиях к выпускникам инженерных вузов предъявляются требования не только по знанию схемотехники, но и по владению методологией полного жизненного цикла изделия: от анализа требований миссии до утилизации аппарата [1].

Однако внедрение практико-ориентированного обучения в этой сфере сталкивается с финансовым барьером. Стоимость учебных конструкторов наноспутников варьируется от сотен тысяч до миллионов рублей, что делает невозможным обеспечение индивидуальной траектории обучения. В результате работа ведется в группах, где индивидуальный вклад размывается.

Целью данной работы является описание методики формирования системного мышления через создание бюджетных функциональных моделей спутников (формат CanSat), интегрированных в единую образовательную экосистему с беспилотными авиационными системами (БАС).

Адаптация V-модели системной инженерии для формата CanSat

В основе методики лежит адаптация V-модели (V-Model) системной инженерии [2], которая позволяет структурировать хаотичный процесс «деланья» в строгий инженерный протокол. Формат CanSat («спутник в банке» объемом 0,33–0,5 л) идеально подходит для реализации этой модели в рамках семестрового курса или проектной смены.

1. Левая ветвь V-модели (декомпозиция и проектирование):

а) определение миссии – студент формулирует задачу (например, «анализ профиля температуры и давления в нижних слоях атмосферы» или «мягкая посадка с управляемым парашютом»);

б) системные требования – определение ограничений по массе (до 350 г), питанию (энергобюджет) и частотам передачи данных;

в) архитектура – выбор компонентов. В отличие от закрытых конструкторов, мы предлагаем использование индустриальных и бытовых модулей (STM32/ESP32, датчики BMP280, радиомодули LoRa). Это учит студента работать с технической спецификацией электронных компонентов (datasheet) и интерфейсами (I2C, SPI, UART), а не просто соединять готовые разъемы.

2. Нижняя точка V-модели (реализация): разработка печатных плат (EDA) и 3D-моделирование корпуса/несущей конструкции. Использование аддитивных технологий (3D-печать) позволяет итерировать конструкцию за часы, а не недели.

3. Правая ветвь V-модели (интеграция и верификация):

а) Unit-тесты – проверка отдельных датчиков;

б) системные тесты – испытания на вибростенде (имитация перегрузок), в термокамере (имитация условий высоты) и drop-тесты (проверка системы спасения).

Экосистемный подход: связка «Спутник – Дрон»

Уникальной особенностью предлагаемой методики является интеграция с другим студенческим проектом – разработкой тяжелого учебного БПЛА, реализуемого в рамках гранта «Студенческий стартап» (см. настоящий сборник: Федоров В.Н., Яковенко А.Д., Кривин Н.Н. Реализация индивидуальных образовательных траекторий в инженерной подготовке: от бюджетной аппаратной платформы БПЛА к формированию системного мышления).

Традиционно запуски CanSat осуществляются с помощью малых ракет или сброса с вертолета, что дорого и организационно сложно. Использование собственного БПЛА в качестве носителя решает ряд задач.

1. Доступность запуска: дрон поднимает контейнер со спутником на высоту 500–1000 м. и осуществляет сброс по команде. Это позволяет проводить летные испытания регулярно, а не раз в год.

2. Ролевая модель отрасли: создается модель взаимодействия «Заказчик запуска» (команда спутника) и «Пусковой провайдер» (команда БПЛА). Студенты учатся согласовывать интерфейсы (механизм сброса), протоколы безопасности и циклограмму полета.

3. Комплексная телеметрия: в ходе миссии данные принимаются одновременно с борта носителя (дрона) и с полезной нагрузки (спутника), что дает богатый материал для последующего анализа.

Индивидуализация через доступность

Для реализации принципа индивидуализации обучения критически важен аспект стоимости. Переход на открытую архитектуру (Open Source Hardware) снижает себестоимость одного полетного комплекта до уровня 3–5 тыс. руб. Это позволяет реализовать концепцию «1 студент = 1 спутник» (или малая группа из двух человек: конструктор + программист). Каждый обучающийся проходит полный цикл: сам паяет, сам пишет код, сам укладывает парашют. Ошибка на любом этапе (например, плохая пайка разъема питания) приводит к отказу миссии, что является мощным педагогическим эффектом, недостижимым при коллективной работе над одним дорогим стендом.

Траектория «Школа – Вуз»

Методика, предложенная нами, масштабируется на следующие уровни подготовки:

1) школьный уровень (пропедевтика) – сборка из готовых модулей, изучение физики атмосферы, базовое программирование. Основная задача – мотивация и понимание того, что «космос – это доступно»;

2) вузовский уровень (профессиональный рост) – проектирование собственных печатных плат, расчет радиолинии (бюджет радиоканала), реализация сложных алгоритмов стабилизации и ориентации, обработка «сырых» данных телеметрии.

Заключение

Использование доступных платформ формата CanSat в сочетании с методологией системной инженерии позволяет трансформировать образовательный процесс. Студенты получают не фрагментарные навыки работы с электроникой, а целостное понимание проектной деятельности. Интеграция проектов БПЛА и наноспутников создает в университете инженерную экосистему, максимально приближенную к реальным условиям аэрокосмической отрасли, способствуя профессиональному росту будущих специалистов.

Литература

1. Chun C., Tanveer M.H., Chakravarty S. The CanSat Compendium: A Review of Scientific CanSats // Machines. 2023. Vol. 11, N 7. P. 675. URL: https://www.mdpi.com/2075-1702/11/7/675 (accessed: 29.11.2025).

2. Forsberg K., Mooz H. The Relationship of System Engineering to the Project Cycle // Proceedings of the National Council on Systems Engineering (INCOSE) Conference. Chattanooga, TN, 1991. P. 57–65.

Старцев Данил Сергеевич
Студент 3-го курса каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия, 634050
Эл. почта: https://vk.com/tot_19

Липухина Софья Михайловна
Студент 3-го курса каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия, 634050
Эл. почта: https://vk.com/sofffli

Кривин Николай Николаевич
Канд. техн. наук, доцент, зав. каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (3822) 90-71-51
Эл. почта: nikolai.n.krivin@tusur.ru

D.S. Startsev, S.M. Lipukhina, N.N. Krivin

Formation of System Thinking among Future Engineers through Implementing V-model in Project Training (on the Example of CanSat Educational Nanosatellites)

The problem of individualized learning in the field of aerospace instrumentation is considered. The methodology for training specialists based on designing CanSat-format atmospheric probes using the Systems Engineering V-Model is proposed. The effectiveness of using a unified affordable component base (COTS components) to implement the ‘one student – one satellite’ principle is substantiated. The ecosystem model wherein satellite launches are performed using unmanned aerial vehicles (UAVs) developed within a student startup framework is described.

Keywords: engineering education, systems engineering, V-Model, CanSat, nanosatellites, individualized learning, student entrepreneurship, UAV.

References

1. Chun C., Tanveer M.H., Chakravarty S. The CanSat Compendium: A Review of Scientific CanSats. Machines, 2023, no. 11(7), p. 675. Available at: https://www.mdpi.com/2075-1702/11/7/675 (accessed: 29 November 2025).

2. Forsberg K., Mooz H. The Relationship of System Engineering to the Project Cycle. Proceedings of the National Council on Systems Engineering (NCOSE) Conference, Chattanooga, TN, 1991, pp. 57–65.

Danil S. Startsev
Student, Department of Design and Production of Radioelectronic Equipment, Tomsk State University of Control System and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Email: https://vk.com/tot_19

Sofya M. Lipukhina
Student, Department of Design and Production of Radioelectronic Equipment, Tomsk State University of Control System and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Email: https://vk.com/soffli

Nikolay 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, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 90-71-51
Email: nikolai.n.krivin@tusur.ru

УДК 378.147:004.92

А.П. Сваровский, Н.Н. Кривин

ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ CGI-ТЕХНОЛОГИЯМ: ОТ СТУДЕНТА ДО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЯ

Решается проблема подготовки специалистов в области компьютерной графики (CGI) и визуализации. Рассматривается противоречие между узкопрофильным характером традиционных образовательных программ и потребностью индустрии в специалистах-дженералистах, владеющих полным циклом производства. Представлена концепция образовательного курса «Полный цикл CGI-производства на Unreal Engine», разработанного в рамках грантовой программы «Студенческий стартап» Фонда содействия инновациям. Описаны методические особенности использования игрового движка Unreal Engine 5 как инструмента индивидуализации обучения, позволяющего студентам технических и творческих специальностей формировать уникальные профессиональные компетенции и создавать конечные медиапродукты.

Ключевые слова: индивидуализация обучения, Unreal Engine 5, CGI-продакшн, проектное обучение, студенческий стартап, междисциплинарные компетенции, визуализация.

Введение

Современная цифровая экономика характеризуется стремительным ростом спроса на высококачественный визуальный контент. Технологии компьютерной графики (Computer-Generated Imagery, CGI) вышли далеко за пределы индустрии развлечений (кино и видеоигр). Сегодня компетенции в области 3D-визуализации и анимации становятся критически важными для широкого спектра высокотехнологичных отраслей.

Анализ актуальных трендов показывает, что инструментарий CGI, в частности игровые движки (Real-time engines), активно внедряется в следующие сферы:

1) архитектурная визуализация (ArchViz) и урбанистика: создание фотореалистичных интерактивных прогулок по проектируемым зданиям и городским пространствам, что востребовано застройщиками и городскими планировщиками;

2) инженерное образование и научная визуализация (EdTech): разработка иммерсивных симуляций физических процессов, работы сложных механизмов и исторических реконструкций, что повышает качество усвоения материала в технических вузах;

3) цифровая мода (Digital Fashion): виртуальное прототипирование одежды и проведение цифровых показов, снижающее издержки на производство физических образцов;

4) event-индустрия: технологии Virtual Production для создания виртуальных студий и декораций в прямом эфире при проведении онлайн-конференций и трансляций;

5) промышленный дизайн и автопром: создание конфигураторов продукции и рекламных материалов без физических съемок (пример – виртуальные презентации инновационных электромобилей) (рисунок 1).

В условиях такой диверсификации рынка от выпускника вуза требуются не фрагментарные знания (только моделирование или только рендеринг), а междисциплинарное понимание всего процесса создания цифрового продукта. Однако традиционные образовательные программы часто сохраняют «цеховой» подход, разделяя технические и творческие дисциплины. Цель данной работы – представить методический подход к индивидуализации обучения через освоение полного цикла CGI-производства на базе экосистемы Unreal Engine 5 (UE5).

Анализ проблематики и существующих решений

Ключевая проблема подготовки кадров в сфере CGI заключается в высоком пороге входа и фрагментарности обучения. Классический пайплайн (производственная цепочка) требует изучения множества разрозненных программных продуктов (Maya, Blender, Substance Painter, Render-фермы), что растягивает процесс обучения на годы.

Анализ рынка образовательных услуг, проведенный нами в ходе подготовки заявки на конкурс «Студенческий стартап» Фонда содействия инновациям, выявил следующие недостатки существующих курсов:

1) узкая специализация: курсы фокусируются либо на технических аспектах (программирование), либо на художественных (арт), не объединяя их;

2) высокая стоимость и длительность: комплексные программы обучения стоят от 60–70 тыс. рублей и длятся от 6 месяцев, что часто недоступно студентам;

3) устаревший инструментарий: многие программы обучают технологиям «оффлайн-рендеринга», которые требуют огромных вычислительных мощностей и времени, тормозя творческий эксперимент обучающегося [1].

Методология и архитектура курса

В ответ на выявленные дефициты нами разрабатывается образовательный курс «Полный цикл CGI-

производства на Unreal Engine». Проект получил поддержку от Фонда содействия инновациям в рамках конкурса «Студенческий стартап» по направлению «Креативные индустрии».

Рисунок 1 – Скриншот рендера сцены на UE5, демонстрирующий качество визуализации (3D-модель автомобиля Rivian на пересечённой местности)

Методологической основой курса является проектно-ориентированный подход (Project-Based Learning). Ключевая идея – трансформация студента из пассивного слушателя в создателя продукта (Product Owner).

1. Технологическая база как фактор индивидуализации

В качестве единой образовательной среды выбран движок Unreal Engine 5. Использование технологий Lumen (динамическое глобальное освещение) и Nanite (виртуализированная геометрия) позволяет исключить из образовательного процесса рутинные технические этапы (запекание света, оптимизация полигонов). По нашим расчетам, использование UE5 как центральной платформы вместо традиционных связок сокращает время обработки и преобразования контента на 70%. Это высвобождает время студента для творческой индивидуализации проекта: проработки сценария, режиссуры, художественного стиля. Студент получает возможность в одиночку реализовать проект, который раньше требовал команды из 3–5 узких специалистов.

2. Структура программы: от идеи до рендера

Курс построен по модульному принципу, повторяющему реальный производственный цикл студии:

– пре-продакшн: основы режиссуры, сценарное мастерство, сторибординг;

– продакшн (сборка сцены): работа с ассетами (готовыми объектами), настройка виртуальных камер, работа со светом. Использование инструментов MetaHuman для создания персонажей;

– техническая анимация и логика: основы визуального программирования Blueprints (что особенно актуально для студентов технических специальностей ТУСУРа, позволяя применить алгоритмическое мышление в творчестве);

– пост-продакшн: рендеринг, монтаж, цветокоррекция.

3. Индивидуальная образовательная траектория

Индивидуализация обучения состоит в том, что итоговой квалификационной работой является не типовой тест, а уникальный короткометражный фильм или рекламный ролик, тема которого выбирается студентом исходя из его интересов (например, реклама гаджета для промышленного дизайнера, научная визуализация какого-либо физического эксперимента/процесса для исследователя или синематик игры для геймдизайнера).

Перспективы использования и ожидаемые результаты

Разрабатываемый курс имеет высокую актуальность для студентов технических и творческих направлений. В данный момент проект находится на стадии разработки MVP (Minimum Viable Product) и подготовки видеоматериалов. Согласно плану реализации апробация курса и запуск на онлайн-платформах запланированы на конец 2026 года.

Педагогический потенциал курса:

1) формирование T-shaped специалистов – студенты получают глубокую экспертизу в одной области (на-

пример, UE5) и широкие знания в смежных (режиссура, монтаж, звук);

2) развитие предпринимательских компетенций – поскольку студент проходит весь цикл создания продукта, он начинает понимать «юнит-экономику» творчества: соотношение затраченных ресурсов и итогового результата. Это база для будущего технологического предпринимательства;

3) доступность – использование бесплатных инструментов (UE5 распространяется бесплатно для создателей контента с доходом ниже определенного порога) делает профессиональное творчество доступным для студентов с любым уровнем дохода.

Бизнес-модель проекта предполагает не только прямую продажу курса (B2C), но и партнерство с образовательными учреждениями, где данный курс может стать модулем дополнительного профессионального образования.

Заключение

Индивидуализация обучения в техническом вузе невозможна без предоставления студентам инструментов, позволяющих реализовать их творческий и инженерный потенциал в виде законченного продукта. Курс «Полный цикл CGI-производства на Unreal Engine» решает эту задачу, интегрируя возможности передовых игровых движков в образовательный процесс. Это позволяет готовить специалистов нового типа, способных эффективно работать на стыке киноиндустрии, IT, промышленного дизайна и мультимедиа, что полностью соответствует целям развития креативной экономики и технологического суверенитета страны.

Литература

1. Салтыкова Г.М., Васильева Д.А. Цифровые технологии в дизайн-образовании и проектной деятельности // Преподаватель XXI век. 2022. № 3-1. С. 224–230.

2. Хлебников Н.А. Организационная модель проектного обучения в бакалавриате // Университетское управление: практика и анализ. 2023. Т. 27, № 1. С. 50–57.

3. Unreal Engine 5 Documentation. URL: https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/ (accessed: 13.12.2025).

4. Семенова В.В., Свистунова Е.А., Егоров Ю.В. Инновационные технологии в высшем инженерном образовании: проектное обучение // Экономический вестник ИПУ РАН. 2023. № 3. С. 22–31.

Сваровский Алексей Петрович
Студент 3-го курса каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Эл. почта: svarovskiyalex2016@mail.ru

Кривин Николай Николаевич
Канд. техн. наук, доцент, зав. каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Тел.: +7 (3822) 90-71-51
Эл. почта: nikolai.n.krivin@tusur.ru

A.P. Swarovski, N.N. Krivin

Project-Based Approach to Training Computer Generated Imagery: from a Student to Technological Entrepreneur

The issue of training specialists in the field of Computer-Generated Imagery (CGI) and visualization is considered. The discrepancy between the narrowly focused nature of traditional educational programs and the industry's growing demand for generalist specialists capable of executing the full production cycle is examined. The concept of the educational course ‘Full Cycle CGI Production in Unreal Engine’, developed within the ‘Student Startup’ grant program is presented. Methodological features of utilizing the Unreal Engine 5 game engine as a tool for learning individualization, which enables students of engineering and creative specialties to develop unique professional competencies and create completed media products are described.

Keywords: individualization of learning, Unreal Engine 5, CGI production, Project-Based Learning, student startup, interdisciplinary competencies, visualization.

References

1. Saltykova G.M., Vasilyeva D.A. [Digital technologies in design education and project activities]. Teacher of the 21st Century, 2022, no. 3-1, pp. 224–230 (in Russ.).

2. Khlebnikov N.A. [Organizational model of project-based learning in undergraduate programs]. University Management: Practice and Analysis, 2023, vol. 27, no. 1, pp. 50–57 (in Russ.).

3. Unreal Engine 5 Documentation. Available at: https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/ (accessed: 13 December 2025).

4. Semenova V.V., Svistunova E.A., Egorov Yu.V. [Innovative technologies in higher engineering education: project-based learning]. Economic Bulletin of the Institute of Control Sciences of the Russian Academy of Sciences, 2023, no. 3, pp. 22–31 (in Russ.).

Alexey P. Swarovski
Student, Department of Design and Production of Radioelectronic Equipment, Tomsk State University of Control System and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Email: svarovskiyalex2016@mail.ru

Nikolay 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, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 90-71-51
Email: nikolai.n.krivin@tusur.ru

УДК 372.81

Д.С. Куклин

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ СТУДЕНТОВ

Рассматриваются некоторые аспекты воспитательной работы в контексте преподавательской деятельности в высшей школе. По результатам исследования определены факторы, влияющие на развитие студента как личности.

Ключевые слова: воспитательная работа, индивид, личность, патриотическое воспитание, «Парламентская школа».

Воспитательная работа в учебном заведении любого уровня играет важную роль в становлении индивида как личности. На высшую школу в образовании ложится особенная ответственность, поскольку выпускники вузов должны обладать не только знаниями и умениями, но и иметь личностные особенности, которые позволяют индивиду быть востребованным в обществе как специалисту в конкретной сфере общественной жизни.

Об этом говорят и последние изменения в действующем законодательстве. Так, Федеральным законом от 31.07.2020 № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" по вопросам воспитания обучающихся» были внесены важнейшие дополнения. Часть 2 статьи 2 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» была изложена в следующей редакции: «Воспитание – деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде». Федеральный закон «Об образовании в РФ» был дополнен статьей 12.1. «Общие требования к организации воспитания обучающихся», в которой устанавливается, что «воспитание обучающихся при освоении ими основных образовательных программ в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, осуществляется на основе включаемых в образовательную программу рабочей программы воспитания и календарного плана воспитательной работы, разрабатываемых и утверждаемых такими организациями самостоятельно, если иное не установлено настоящим Федеральным законом».

В процессе обучения в высшей школе, кроме знаний и умений, должны прививаться мораль и нравственность, представления о политике и экономике в современном обществе. Также высшая школа способствует формированию у студента позитивного правосознания, тем самым идет процесс преодоления правового нигилизма и правового идеализма с помощью преподавания таких дисциплин, как Правоведение, Основы российской государственности, Правовые основы профессиональной деятельности. Они являются очень важными инструментами воспитательного воздействия в процессе становление личности, представлений о праве, обществе и государстве. Кроме того, у студента формируется представление о своем положении в обществе как субъекте правоотношений.

Культура и воспитание индивида закладывается в большей мере в детском и подростковом возрасте, но в ходе развития личности данный процесс не останавливается. В результате к совершеннолетию у индивида начинают складываться четкие представления о социально-культурных явлениях в обществе.

Если проанализировать развитие индивида на всем пути развития, то можно увидеть несколько взаимосвязанных этапов развития его личностных качеств в культурных, морально-нравственных и профессиональных аспектах. Это такие взаимосвязанные этапы, как семья, школа, высшая школа. В процессе эволюции индивида как личности на данных этапах прививаются различные знания и умения, формируется представление о мире в целом. В то же время индивид как личность поддается воздействию социальной среды, в которой он существует и развивается, – это друзья, одноклассники, одногруппники, рабочий коллектив и т.п. На наш взгляд, одну из основных ролей в становлении индивида как личности играет этап обучения в школе и высшей школе. Обучение общим основам общежития и морально-этическим нормам дает семья. Следующим этапом является школа. В школе с процессом получения знаний идет процесс социализации со сверстниками, развиваются коммуникативные свойства личности. Если человек далее поступает в высшее учебное заведение, то у него вместе с новыми знаниями, умениями и компетенциями

продолжает идти личностный рост: формируется более полное представление об обществе и своих возможностях. В данном случае индивид как личность уже сформировался, но идет процесс совершенствования личностных свойств.

Стоит отметить, что данная точка зрения может выглядеть спорной в силу того, что индивид как личность может совершенствоваться и развиваться без воздействия и обучения в высшем учебном заведении. На практике такие явления распространены. Многие люди достигают личностного роста сами или под воздействием различных факторов, в том числе общества в целом. Но можно отметить, что обучение в высшей школе дает возможность и предпосылки для развития личностных качеств индивида. А это в свою очередь не говорит, что все поступившие в высшее учебное заведение обязательно будут активно эволюционировать как сильная, самодостаточная и независимая личность. Многое зависит от самого индивида, его мотивов, целей, желания учиться и работать, постигать новое и развиваться как личность. Высшая школа, как и средняя школа, создает предпосылки для возможностей развития личности. А воспользуется человек этими предпосылками или нет, это сугубо индивидуально в отношении каждого индивида. Исходя из предложенной концепции развития личности «семья – школа, высшая школа», необходимо принимать во внимание факторы, влияющие на развитие личности. Учитывая данные факторы, можно способствовать развитию личности. В процессе обучения на личность можно позитивно воздействовать с воспитательной точки зрения. Данный аспект необходимо учитывать и в высшей школе, при обучении и осуществлении воспитательной работы со студентами.

Личностный подход способствует выявлению проблем у конкретного индивида и оказания по возможности помощи, что в свою очередь может повлиять на развитие индивида.

Умение работать в команде способствует развитию личности и осознанию себя как личности в определенных социальных группах и во всем обществе. Умение общаться, дискутировать и отстаивать свою точку зрения, избегая конфликтов, способствует развитию коммуникативных свойств личности. При реализации группового проектного обучения эффективно работать со студентами как в аудиторном режиме, так и с использованием дистанционного обучения. Часовских К.В. считает наиболее приемлемыми инструментами дистанционного обучения в групповом проектном обучении студентов-юристов системы Moodle, Google Диск и программу управления проектами Trello [1]. На наш взгляд, данные инструменты при групповом проектном обучении с использованием дистанционных технологий эффективны и просты для понимания студентами-юристами. В результате применения таких технологий и инструментов идет процесс получения умений на основе полученных знаний и процесс развития личности.

Дисциплины социально-гуманитарной направленности способствуют развитию личности. В процессе освоения таких дисциплин, как Социология, Культурология, Философия, Политология, Правоведение, Основы российской государственности, Правовые основы профессиональной деятельности, у студента формируются и закрепляются представления о научной картине мира и положении человека в обществе. Данные дисциплины в силу своей специфики сами по себе оказывают воспитательное воздействие на личность. Можно сказать, что они выполняют общевоспитательную функцию. Учитывая воспитательный аспект данных дисциплин, можно усилить воспитательное воздействие на личность студента. Вызывает озабоченность тот факт, что в большинстве учебных программ бакалавриата, в отличие от специалитета, вышеуказанные дисциплины либо сокращены, либо упразднены. Соответственно общевоспитательную функцию они несут в меньшей мере. Необходимы иные способы общевоспитательного воздействия через дисциплины, например, факультативы с углубленным освоением вышеуказанных дисциплин. Можно также предложить факультатив Патриотическое воспитание или Патриотическое дело с уклоном на профессию студентов. Современные тенденции развития образования в высшей школе могут в скором времени пойти по данному пути, т.е. с уклоном на патриотическое воспитание.

Определенную роль в воспитательной работе играет сотрудничество высших учебных заведений с политическими партиями и общественными движениями. Например, «Парламентская школа», по сути, является интерактивной платформой, где могут общаться и обсуждать различные проблемы студенты, преподаватели и политики. Различные аналогичные интерактивные платформы, привлекающие к себе студентов высших учебных заведений, постепенно стали появляться в российских городах. Данная тенденция, на наш взгляд, является перспективной.

Большую роль в воспитательной работе с использованием индивидуального подхода играет работа таких структурных подразделений высшей школы, как институты, факультеты, кафедры. Воспитательная работа ведется на факультетах, кафедрах, непосредственно кураторами групп и в конкретном институте в целом положительно воздействует на личность студента. Стоит отметить, что каждый преподаватель так или иначе воздействует на индивида как на личность и тем самым осуществляет воспитательную работу.

Выявить проблемы, помочь студенту можно, только используя личностный подход при его встречах с деканом, заведующим кафедрой, куратором. Учитывая, что декан, заведующий кафедрой, куратор и обычные

преподаватели пользуются определенным авторитетом среди студентов, это может быть положительно использовано в воспитательной работе. Своевременное выявление проблем конкретного студента дает предпосылки к воздействию на данного индивида как личность и проведения с ним комплексной воспитательной работы. Важно, чтобы диалог между студентами и преподавательским составом был качественным. При проведении «Часа куратора» непосредственно кураторы групп осуществляют основную воспитательную работу.

Общекультурные мероприятия, проводимые в высшем учебном заведении, оказывают положительное влияние на личность студентов и способствуют воспитательной работе в целом. В итоге можно сделать заключение, что только комплексный подход к развитию индивида как личности и осуществление воспитательной работы в высшей школе даст положительный результат.

Литература

1. Часовских К.В. Полезные инструменты для организации групповой работы студентов // 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. 282–283.

2. Хаминов Д.В., Куклин Д.С. Активные (Интерактивные) формы обучения при преподавании юриспруденции // 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 радио электроники, 2020. С. 275–277.

Куклин Денис Сергеевич
Ст. преподаватель каф. государственно-правовых дисциплин и правоохранительной деятельности Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050;
соискатель каф. уголовного права Национального исследовательского Томского государственного университета (ТГУ)
Эл. почта: dex_dex@mail.ru

D.S. Kuklin
Aspects of Upbringing Work as a Factor of Students' Personality Development

Some aspects of upbringing work in higher education are considered. The factors influencing the students' personality development are analyzed.
Keywords: educational work, individual, personality, patriotic education 'Parliamentary school'.

References

1. Chasovskih K.V. Poleznye instrumenty dlja organizacii gruppovoj raboty studentov [Useful tools for organizing students' group work]. Sovremennye tendencii razvitiya nepreryvnogo obrazovaniya: vyzovy cifrovoj ehkonomiki: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii [Current trends in the development of continuing education: challenges of the digital economy. Proc. of the International Scientific and Methodological Conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2020. Pp.282-283 (in Russ.).

2. Khaminov D.V., Kuklin D.S. Aktivnye (Interak-tivnye) formy obuchenija pri prepodavanii jurisprudencii [Active (Interactive) forms of learning in law teaching]. Sovremennye tendencii razvitiya nepreryvnogo obrazovaniya: vyzovy cifrovoj ehkonomiki: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii [Current trends in the development of continuing education: challenges of the digital economy. Proc. of the International Scientific and Methodological Conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2020. Pp. 275-275 (in Russ.).

Denis S. Kuklin
Senior Lecturer, Department of Public Law and Law Enforcement, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Applicant, Department of Criminal law, Tomsk State University (TSU)
36, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Email: dex_dex@mail.ru

УДК 378.046.4

Д.О. Ноздреватых

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В СТРУКТУРЕ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ

Развитие экономики и социальных сфер современного общества требует постоянного обновления профессиональных компетенций сотрудников. Дополнительное образование становится важным инструментом поддержания конкурентоспособности работников на рынке труда. Данная статья посвящена разработке профессиональной программы дополнительной подготовки, обеспечивающей эффективное приобретение необходимых навыков и знаний.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, дополнительное образование, компетентностный подход, образовательные стандарты, образовательная траектория.

Современный рынок труда характеризуется высоким уровнем конкуренции и быстро меняющимися требованиями работодателей. Традиционные формы профессионального образования зачастую не успевают оперативно реагировать на новые запросы отрасли. В связи с этим особую значимость приобретает разработка образовательных программ дополнительного образования, позволяющих сотрудникам своевременно обновлять профессиональные компетенции и повышать свою квалификацию.

На кафедре радиотехнических систем ведется подготовка специалистов по направлению 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы». Учебный план отражает направления радиолокации, радионавигации, систем связи, спутниковых систем, проектирования радиотехнических устройств и комплексов.

Однако у работодателей остается потребность в глубоком понимании программирования в сочетании с радиотехникой и системами связи.

С 2023 года на кафедре радиотехнических систем реализуется профессиональная программа профессиональной переподготовки «Программирование на Python в радиотехнических системах». Программа была спроектирована после обучения коллектива кафедры на Всероссийской онлайн-школе ДПО [1].

При создании профессиональной программы профессиональной переподготовки использовалась методика компетентностного подхода, направленная на формирование комплекса знаний, умений и навыков, соответствующих требованиям конкретной профессии. Программа разрабатывалась с учетом следующих этапов:

1) анализ потребностей рынка: определение приоритетных направлений подготовки, востребованных работодателями и сотрудниками;

2) разработка содержания учебного материала: подбор тем, методик и форматов занятий, адекватных целям подготовки;

3) формирование образовательного маршрута: построение индивидуальной образовательной траектории для каждого слушателя;

4) оценка результатов освоения программы: внедрение механизмов контроля качества полученных знаний и навыков.

Учебный план по программе переподготовки включает следующие модули:

- ✓ основы программирования на Python;
- ✓ системы контроля версий;
- ✓ формирование и обработка радиолокационных сигналов на Python;
- ✓ обработка радиолокационной информации с применением нейронных сетей на Python;
- ✓ формирование и обработка сигналов систем радиосвязи на Python;
- ✓ использование Python в телекоммуникационных системах;
- ✓ защита интеллектуальной собственности и регистрация программы для ЭВМ;
- ✓ итоговая аттестация.

Основные этапы формирования программы

Программа строилась поэтапно и охватывает весь цикл подготовки слушателя – от базовых знаний в программировании до оценки итогового результата обучения. Рассмотрим каждый этап подробнее.

Этап 1. Анализ потребностей рынка труда

На данном этапе осуществляется сбор информации о потребностях организаций и предприятий региона в квалифицированных кадрах. Проводится анкетирование представителей компаний, анализируются вакансии и требования работодателей. Формируются группы слушателей исходя из выявленных потребностей.

Этап 2. Проектирование учебной программы

Подбираются темы/модули, соответствующие требованиям профстандартов. Особое внимание уделяется формированию практических навыков посредством выделения большого количества часов на практические занятия.

Этап 3. Формирование индивидуальных заданий у обучающихся

Каждому слушателю предоставляется возможность выбора индивидуального задания, учитывающего его

профессиональный опыт, предпочтения и потребности работодателя. Это позволяет создать гибкий учебный процесс, соответствующий индивидуальным особенностям каждого участника.

Этап 4. Оценка эффективности освоения программы

По завершении обучения проводится оценка достигнутых результатов. Итоговая аттестация предполагает проверку теоретических знаний и практических навыков. Выпускники получают сертификаты установленного образца, подтверждающие успешное прохождение программы.

Заключение

Создание качественной программы дополнительного образования обеспечивает высокий уровень профессионализма выпускников, повышает конкурентоспособность кадров на рынке труда и способствует устойчивому развитию экономики региона. Применение предложенной методики позволит организациям обеспечить подготовку высококвалифицированных специалистов, готовых решать самые сложные производственные задачи.

Литература

1. Сенаторова Е.К., Ноздреватых Д.О., Ковшов А.В. Как Всероссийская онлайн-школа ДПО трансформирует обучение сотрудников дополнительного образования // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Технологический суверенитет: новые модели инженерного образования, развитие и повышение конкурентоспособности университетов: материалы междунар. науч.-метод. конф., 30-31 января 2025 г. Томск, Россия. Томск: Изд-во Томск гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2025. С. 713–718.

Ноздреватых Дарья Олеговна
Ст. преподаватель каф. радиотехнических систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., 40, г. Томск, Россия, 634045
ORCID: 0000-0003-1520-077X
Эл. почта: daria.o.nozdrevatykh@tusur.ru

D.O. Nozdrevatykh

Additional Professional Education in Graduate Department Structure

The development of economics and social spheres of modern society requires constant updating employees' professional competencies. Additional education is becoming an important tool for maintaining the workers' competitiveness in labor market. The article is devoted to the development of a professional additional training program that ensures the effective acquisition of necessary skills and knowledge.

Keywords: professional training, additional education, competence approach, educational standards, educational trajectory.

References

1. Senatorova E.K., Nozdrevatykh D.O., Kovshov A.V. Kak Vserossijskaya onlajn-shkola DPO transformiruet obuchenie sotrudnikov dopolnitel'nogo obrazovaniya/ Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti [How the All-Russian online vocational school transforms the training of additional education staff]. Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti. Tekhnologicheskij suverenitet: novye modeli inzhenernogo obrazovaniya, razvitie i povyshenie konkurentosposobnosti universitetov: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii [Modern education: integration of education, science, business and government. Technological sovereignty: new models of engineering education, development and increasing competitiveness of universities. Proc. of the International Scientific and Methodological Conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2025. Pp. 713-718. (in Russ.).

Darya O. Nozdrevatykh
Senior Lecturer, Department of Radio Engineering Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0003-1520-077X
Email: daria.o.nozdrevatykh@tusur.ru

УДК 34.09

Д.В. Хаминов, К.В. Часовских

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 40.03.01 «ЮРИСПРУДЕНЦИЯ»

Описываются индивидуальные образовательные траектории студентов-юристов.

Ключевые слова: индивидуализация обучения, научная деятельность, юриспруденция.

В последнее десятилетие обеспечение индивидуализации образовательной траектории студентов является одной из актуальных тенденций, отражающей современные тренды в высшем образовании [1]. Индивидуальная образовательная траектория представляет собой персональный путь реализации потенциала студента в образовательном процессе, позволяя ему самостоятельно выбирать содержание обучения в соответствии с его личными интересами и способностями, что в последующем создает условия для более глубокого и качественного освоения знаний [1–3].

Идея реализации индивидуальной образовательной траектории базируется на развитии у обучающихся компетенций, необходимых для профессионального становления и формирования видения у студентов в концепции «Я как проект» [2]. Индивидуализация образовательной траектории представляет собой «целенаправленную дифференциальную программу, обеспечивающую обучающимся выбор в развитии и реализации личностных качеств при педагогической поддержке, которая позволяет каждому обучающемуся университета, на основе реализуемой образовательной и воспитательной деятельности, формировать навыки самообразования и самореализации, развивать ценностные ориентации, творческую индивидуальность» [2].

Сегодня многие российские университеты активно реализуют индивидуальные образовательные траектории, что отражает стремление к более гибкому и персонализированному подходу в обучении [1, 3–5]. В ТУСУРе индивидуальные образовательные траектории начали активно внедряться в образовательный процесс еще в 2016 году [6]. В рамках индивидуальной траектории развития студента предусмотрены следующие направления [6, 7]:

1) выбор элективных и факультативных дисциплин;
2) получение второй квалификации;
3) выбор места прохождения практики;
4) выбор тематик курсовых работ;
5) участие в групповом проектном обучении;
6) курсы повышения квалификации;
7) участие в конкурсах, олимпиадах и иных мероприятиях с целью развития профессиональных интересов, творческих способностей;
8) участие в научно-исследовательской деятельности;
9) участие в деятельности Юридической клиники.

Все они находят свое отражение в основной профессиональной образовательной программе по направлению подготовки 40.03.01 «Юриспруденция» направленности (профиля) «Юриспруденция». Так, например, в рамках дисциплин «Введение в профессию», «Проектирование индивидуальной траектории развития» студенты под руководством преподавателей проходят тестирования по оценке надпрофессиональных компетенций и разрабатывают на их основе треки саморазвития, строят ментальные карты планирования деятельности, изучают направления научно-исследовательской работы, узнают о видах и основных местах прохождения практик, знакомятся с особенностями работы в Юридической клинике ЮФ ТУСУРа, программами цифровой кафедры (IT-Академия), программами дополнительного образования. Таким образом, по завершению изучения дисциплин у студента формируется индивидуальный план развития.

Также одним из важных направлений индивидуальной образовательной траектории студентов является научно-исследовательская деятельность. В отличие от всех иных видов деятельности научная работа предполагает не только самостоятельный выбор темы, направления методов исследования, но и этапов: от формулировки гипотезы до публикации результатов, что способствует развитию навыков критического мышления и самоорганизации, а в некоторых случаях и работы в команде.

В 2025 году студенты юридического факультета приняли участие более чем в 70 научных мероприятиях, становясь победителями и призерами научных конкурсов и конференций, что свидетельствует о высоком качестве проделанной научной работы. В качестве наиболее значимых мероприятий можно отметить следующие:

– II Всероссийская научно-практическая конференция «Российская прокуратура: укрепление экономической основы государства», февраль 2025, МГЮА, Москва (диплом 3-й степени);

– XXV Всероссийская НПК студентов и молодых ученых «Российское правоведение: трибуна молодого ученого», март 2025, ТГУ, Томск (диплом 3-й степени);

– XXII (XXIV) Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Правовое образование – Гражданское общество – Справедливое государство», апрель 2025, КемГУ, Кемерово (два диплома за 1-е место);

– Всероссийский круглый стол «Проблемы и перспективы применения ИИ в юриспруденции», апрель 2025, РГУП, Томск (дипломы 1-й, 2-й, 3-й степени);

– I Межрегиональная научно-практическая конференция студентов и магистрантов «Современные вопросы трудового права и права социального обеспечения», апрель 2025, РГУП, Томск (диплом за 3-е место);

– Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР 2025», май 2025, ТУСУР, Томск (диплом 1-й степени);

– Всероссийский научно-практический круглый стол для студентов и магистрантов «Проблемы цифровизации в трудовых и гражданско-правовых отношениях», декабрь 2025, ТУСУР, Томск (диплом 1-й степени, диплом 3-й степени).

Если проводить паралелль с учебной деятельностью студентов, участвующих в научных мероприятиях, можно отметить, что они наиболее замотивированы на получение «хороших» и «отличных» оценок; освоение учебной программы им дается намного легче, чем всем остальным, так как при подготовке к различным научным мероприятиям студенты успевают изучить больший объем дополнительного материала по сравнению с однокурсниками. С другой стороны, хорошая учеба является фактором и положительным показателем для участия судентов в различных конкурсах на именные стипендии, премии, гранты и т.п., что в свою очередь мотивирует студентов к высоким показателям.

В завершение хотелось бы отметить, что в настоящее время для студентов юридического факультета реализовано достаточное количество направлений для построения индивидуальной образовательной траектории – от научной до профессиональной. Такой подход позволяет не только учитывать личный потенциал и предпочтения (приоритеты) студента, но и формировать уникальный путь его профессионального роста.

Литература

1. Индивидуальные образовательные траектории в российских вузах [Электронный ресурс] // Министерство науки и высшего образования РФ : сайт. URL: https://www.minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-ministerstva/21499/ (дата обращения: 18.12.2025).

2. Об организации и реализации дисциплины «Education design (Проектирование индивидуальной траектории развития)» в ТУСУРе: Положение № 1598 от 23.12.2022 [Электронный ресурс]: база нормативных документов ТУСУРа. URL: https://regulations.tusur.ru/documents/1332 (дата обращения: 18.12.2025).

3. Платонова И.С. Индивидуальные образовательные траектории в образовательном пространстве университетов: опыт и перспективы [Электронный ресурс]: репозитарий Самарского университета. URL: https://repo.ssau.ru/handle/Obrazovanie-v-sovremennom-mire/Individualnye-obrazovatelnye-traektorii-v-obrazovatelnom-prostranstve-universitetov-opyt-i-perspektivy-104863 (дата обращения: 18.12.2025).

4. Индивидуальные образовательные траектории в университете [Электронный ресурс] // Forbes Education : сайт. URL: https://education.forbes.ru/special-projects/iot-main/quotes (дата обращения: 18.12.2025).

5. Что обсуждали на первой всероссийской ИОТ-конференции для вузов [Электронный ресурс] // Skillbox : сайт. URL: https://skillbox.ru/media/education/iot-konferentsiya-dlya-vuzov/ (дата обращения: 18.12.2025).

6. Более 30% студентов 2–4 курсов ТУСУР обучаются по индивидуальной образовательной траектории [Электронный ресурс] // ФГАОУ ВО ТУСУР : сайт. URL: https://tusur.ru/ru/novosti-i-meropriyatiya/novosti/prosmotr/-/novost-bolee-30-studentov-2-4-kursov-tusur-obuchayutsya-po-individualnoy-obrazovatelnoy-traektorii (дата обращения: 18.12.2025).

7. Правила обучения [Электронный ресурс] // ФГАОУ ВО ТУСУР : сайт. URL: https://tusur.ru/ru/studentam/pravila-obucheniya (дата обращения: 18.12.2025).

Хаминов Дмитрий Викторович
Д-р ист. наук, зав. каф. ГПДиПД Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0002-9992-0856
Тел.: +7 (382-2) 70-17-42
Эл. почта: khaminov@mail.ru

Часовских Кристина Викторовна
И.о. зав. каф. ИГПиПОИД, ст. преподаватель Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0001-9981-6795
Тел.: +7 (382-2) 70-17-42
Эл. почта: kristina.v.chasovskikh@tusur.ru

D.V. Khaminov, K.V. Chasovskikh

Individualization of Educational Trajectory for Students Majoring in 'Jurisprudence' Bachelor Degree Program

The individual educational trajectories of law students are described.

Keywords: individualization of learning, scientific activity, jurisprudence.

References

1. Individual educational trajectories in Russian universities. (in Russ.). Available at: https://www.minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-ministerstva/21499 (accessed: 18 December 2025).

2. On the organization and implementation of the discipline 'Education design (Designing an individual development

trajectory)' at TUSUR: Regulation №1598 of 23.12.2022. (in Russ.). Available at: https://regulations.tusur.ru/documents/1332 (accessed: 18 December 2025).

3. Platonova I. S. [Individual educational trajectories in the educational space of universities: experience and prospects]. (in Russ.). Available at: https://repo.ssau.ru/handle/Obrazovanie-v-sovremennom-mire/Individualnye-obrazovatelnye-traektorii-v-obrazovatelnom-prostranstve-universitetov-opyt-i-perspektivy-104863 (accessed: 18 December 2025).

4. Individual educational trajectories at the university. (in Russ.). Available at: https://education.forbes.ru/special-projects/iot-main/quotes (accessed: 18 December 2025).

5. What was discussed at the first All-Russian IOT conference for universities. (in Russ.). Available at: https://skillbox.ru/media/education/iot-konferentsiya-dlya-vuzov (accessed: 18 December 2025).

6. More than 30% of 2nd-4th year students at TUSUR study on an individual educational trajectory. (in Russ.). Available at: https://tusur.ru/ru/novosti-i-meropriyatiya/novosti/prosmotr/-/novost-bolee-30-studentov-2-4-kursov-tusur-obuchayutsya-po-individualnoy-obrazovatelnoy-traektorii (accessed: 18 December 2025).

7. Training rules. (in Russ.). Available at: https://tusur.ru/ru/studentam/pravila-obucheniya (accessed: 18 December 2025).

Dmitry V. Khaminov
Doctor of Historical Sciences, Head of the Department, Department of Public Law and Law Enforcement, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-9992-0856
Phone: +7 (382-2) 70-17-42
Email: khaminov@mail.ru

Kristina V. Chasovskikh
Acting Head of the Department, Senior Lecturer, Department of Information, Civil Law and Legal Support of Innovation Activity, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0001-9981-6795
Phone: +7 (382-2) 70-17-42
Email: kristina.v.chasovskikh@tusur.ru

УДК 378.1

В.И. Тисленко, А.С. Аникин, О.В. Тисленко

КОГНИТИВНЫЕ СПОСОБНОСТИ И ВТОРАЯ СИГНАЛЬНАЯ СИСТЕМА В ПРОБЛЕМЕ ОСВОЕНИЯ СТУДЕНТАМИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Обсуждаются вопросы организации процесса формирования профессиональных компетенций у студентов технических вузов в условиях работы с реальными выпускниками школ последних лет. Показаны ключевые проблемы этой работы, связанные прежде всего с недостаточным уровнем развития у студентов второй сигнальной системы – той ее части, уровень развития которой оказывает влияние на когнитивные способности студента, необходимые для освоения знаний в техническом вузе. Предложено обязательное введение в учебный процесс занятий в форме семинаров.

Ключевые слова: профессиональные компетенции, когнитивные способности, вторая сигнальная система, семинары.

Следует прежде оговориться, что сообщение авторов, безусловно, не является новым «словом» в существующей и развитой научной теории физиологии познания. Известные и глубокие положения этой теории выступают в сообщении как основа для осмысления некоторых характерных особенностей процесса обучения студентов, с которыми реально приходится иметь дело [1]. То есть тех особенностей, которые существенно осложняют задачу формирования в вузе профессиональных компетенций будущих инженеров. Эти особенности, конечно же, игнорировать невозможно, их следует учитывать [2, 3].

Понятие сигнальных систем человека ввел И.П. Павлов, знаменитый русский физиолог, лауреат Нобелевской премии. Вторая сигнальная система – это специфичная для человека система сигналов, которая основана на использовании речи и языка. Ее наличие позволяет человеку воспринимать действительность и свойства окружающих его объектов посредством слова. Отметим, что наши рассуждения связаны с профессиональной сферой деятельности человека – будущего специалиста (инженера).

В рамках учения о высшей нервной деятельности вторая сигнальная система трактуется как система условных связей, опосредованных вербальными знаками – «сигналами сигналов». Благодаря слову, выступающему в аудиальной и графической формах, становятся возможными операции обобщения и абстрагирования, лежащие в основе специфически человеческих форм мышления. Речевая функция представляет собой уникальный продукт эволюции высшей нервной деятельности. В инженерной практике речь служит ключевым инструментом для трансляции коллегам и социуму информации о свойствах объектов профессионального анализа и проектирования.

Для студента – будущего инженера – речь формируется в процессе обучения и предполагает прежде всего адекватное и четкое усвоение смыслового (содержательного) значения понятий и терминов общеобразовательных и специальных дисциплин. Формирование в ходе обучения профессионального компонента второй сигнальной системы является основой профессионального обучения, так как слова-«сигналы сигналов» позволяют обобщать знания, понимать теории, инструкции, символы. Это есть ключевой момент в освоении сложных профессиональных компетенций, навыков, логического мышления.

Не подлежит сомнению тот факт, что чем лучше развиты речь, абстрактное мышление и способность к символическому восприятию, тем выше обучаемость.

Когнитивные способности определены как базовые функции мозга: память, внимание, речь, восприятие, творческие навыки (креативность). Именно они непосредственно определяют скорость, глубину и качество усвоения новых знаний и навыков. Именно они обеспечивают анализ информации, умение ставить и решать задачи, адаптироваться к изменениям и в итоге определяют успехи в карьерном росте выпускника вуза.

Вопрос о том, что первично – когнитивные способности или вторая сигнальная система – в физиологии решен. Общепризнано, что когнитивные способности первичны (это платформа), а вторая сигнальная система вторична (это надстройка). Вторая сигнальная система формируется только в контакте с другими людьми. Это надстройка над биологическими когнитивными механизмами. Она не подменяет эти способности, но может их расширить: ускорить обучение и сделать его более эффективным за счет вербализации опыта (знаний).

Повсеместная компьютеризация, охватившая в последние десятилетия сферы промышленного производства, проектирования радиоэлектронной аппаратуры и экономических отношений, наряду с глобальным распространением интернет-коммуникаций и социальных медиа, привела к трансформации всех аспектов социальной жизни. Как следствие, исследователи в области психологии и педагогики отмечают фор-

мирование у современного студенчества в сравнении с предыдущими поколениями особую погруженность в специфические формы цифровой коммуникации [2, 4].

Ключевым для данного исследования является обусловленное этим фактором существенное сокращение доли непосредственного вербального взаимодействия. Современные студенты представляют собой первое поколение, сформировавшееся в условиях зрелого информационного общества. Их когнитивный профиль (включая стиль мышления, скорость обработки информационных потоков, особенности концентрации и переключения внимания) демонстрирует заметные отличия даже от представителей преподавательского сообщества, недавно завершивших профессиональное образование. Данные особенности, как показывают наблюдения, коррелируют со сравнительно более низким средним уровнем развития второй сигнальной системы, обеспечивающей речемыслительную деятельность.

Да, конечно же, есть студенты одаренные, которых эти процессы затронули не столь глубоко. Наш реальный опыт работы со студентами первых 2–3 курсов РТФ показывает, что число студентов, испытывающих сложности с освоением профильных дисциплин, составляет в среднем от 20 до 40%, а иногда и более. Среди них, безусловно, есть те, кто желает освоить знания, имеет мотивацию к выбранной профессии, но их усилия не приносят успеха. Видимо, в профессиональном плане имеет место так называемый синдром Маугли. Проблемы у этих студентов проявляются, например, в следующем:

✓ в словесном воспроизведении (чтении) математических формул и их интерпретации;

✓ при анализе новых типов задач, что обусловлено фрагментарностью знаний, механическим применением формул и низкой способностью удерживать сложные концепции;

✓ при восприятии и воспроизведении текстовой информации (даже короткой), представленной в проверенных добротных учебниках и методических пособиях;

✓ при формировании и вербализации длительных смысловых утверждений.

Методики и технологии обучения пока остаются преимущественно консервативными. Они рассчитаны на предыдущие поколения студентов, которые умели воспринимать текстовую информацию, могли сосредоточенно слушать длинные тексты, слышать и воспринимать вербальную информацию.

В итоге следует признать, что главная проблема не столько в учебных программах как таковых, сколько в несоответствии когнитивного развития значимой части студентов требованиям абстрагирования, заложенным в инженерном образовании. Другими словами, характерные для настоящего времени формат и способы освоения новых знаний, сложившиеся в школе, серьезно повлияли как на механизм восприятия и усвоения информации, получаемой вербальным путем, так и на умение устного изложения своих мыслей. При этом традиционные формы реализации процесса развития у студентов профессиональных компетенций имеют низкую эффективность (если не сказать больше).

Безусловно, что задача преподавателей и администрации вуза состоит, конечно же, в том, чтобы помочь указанным выше «проблемным студентам» – тем из них, кто «хочет и не может». Успех этой работы, по мнению авторов, связан прежде всего:

– с трансформацией методик обучения в пользу целенаправленной тренировки механизмов второй сигнальной системы: сравнение изучаемых математических моделей, формирование ключевых определений и понятий, интерпретация формул;

– с рассмотрением нескольких уровней представления одной задачи (вопроса) – «текст модель формула объяснение», что усиливает смысловое понимание и когнитивную гибкость;

– с переходом от традиционной формы проведения практических занятий к семинарскому формату обучения, который способствует активному смыслообразованию.

Отметим, что семинарский формат проведения практических занятий требует от студента формулировать мысли, который он предварительно записал в виде конспекта, аргументировать их и объяснять материал коллегам. Предлагается в расписании указывать не «Практика», а например, «Семинар по курсу «Теория вероятностей и математическая статистика», по курсу «Теория цепей и сигналов» и т.д. При этом группе студентов из 4–5 человек сообщается тема домашнего задания, содержащая вопрос, задачу и ключевые понятия по данному вопросу. На следующем занятии в течение не более 10–12 минут каждая из таких групп должна сделать сообщение с пояснением решения на доске. Это не следует смешивать с традиционной презентацией, когда зачитывают текст и демонстрируют его на экране. И это не есть коллоквиум, который ориентирован, по существу, на контроль знаний, полученных студентами по пройденным темам. Коллоквиум не решает указанных выше задач. В отличие от коллоквиума, семинарская форма занятий дает возможность студентам:

– скорректировать самостоятельно изученный материал путём диалога с преподавателем и коллегами;

– формировать в процессе обсуждения навыки устной речи по профессиональной тематике, в частности осваивать и использовать специфическую профессиональную терминологию и символику.

При этом не подлежит сомнению, что результативность любого обучения зависит от следующих факторов: наличия стимула; эффективности разработанных

технологий и методических материалов; эффективного взаимодействия преподавателя и обучаемого; эффективности обратной связи. Формат семинарских занятий в наибольшей степени может быть ориентирован на учет этих факторов.

Стремление значительной части студентов успешно сдать сессию должно быть заменено на понимание ими того, что от освоенных компетенций и умения их применить на практике будут зависеть их личное материальное благополучие и карьерный рост.

Литература

1. Реброва Н.П. Физиология высшей нервной деятельности: конспект лекций. СПб., 2011. 82 с.

2. Ивакина Е.Г., Панин О.Ю., Широков Ю.А. Когнитивные особенности новых поколений студентов как причина изменения подходов к методологии обучения // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 2. С. 32–32.

3. Завалина В.И. Особенности когнитивного и личностного развития студентов педвуза с разной специализацией: дис. … канд. психол. наук. М., 1998. 189 с.

4. Рассказов Л.Д. Философский анализ кризисных аспектов формирования менталитета российской молодежи и студентов в условиях трансформации образования // The Newman in Foreign Policy. 2021. № 60 (104). С. 47–55.

Тисленко Владимир Ильич
Д-р техн. наук, профессор каф. радиотехнических систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID 0000-0001-8851-1873
Тел.: +7 (382-2) 41-38-89
Эл. почта: vladimir.i.tislenko@tusur.ru

Аникин Алексей Сергеевич
Канд. техн. наук, доцент каф. радиотехнических систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID 0000-0001-9747-3266
Тел.: +7 (382-2) 41-38-89
Эл. почта: anikinas@main.tusur.ru

Тисленко Ольга Владимировна
Ассистент каф. радиотехнических систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (382-2) 41-38-89
Эл. почта: olga.v.tislenko@tusur.ru

V.I. Tislenko, A.S. Anikin, O.V. Tislenko
Cognitive Abilities and the Second Signaling System in the Problem of Students' Professional Competencies Formation

The issues related to organizing the process of students' professional competencies formation in engineering universities in the context of working with recent school graduates are considered. The key problems, mostly related to the insufficient development level of their second signaling system, exactly that part of it, the level of development of which determines the students' cognitive abilities necessary for acquiring knowledge at an engineering university. That the seminars should be a compulsory part of the curriculum is proposed.
Keywords: professional competencies, cognitive abilities, second signaling system, seminars.

References

1. Rebrova N. P. Fiziologiya vysshej nervnoj deyatel'nosti [Physiology of Higher Nervous Activity]. Saint Petersburg, 2011. 82 p. (in Russ.).

2. Ivakina E. G. [Cognitive characteristics of new generations of students as a reason for changing approaches to teaching methodology]. Contemporary Problems of Science and Education, 2021, no. 2, pp. 32-32 (in Russ.).

3. Zavalina V. I. Osobennosti kognitivnogo i lichnostnogo razvitiya studentov pedvuza s raznoj specializaciej. Diss. kand. nauk [Features of cognitive and personal development of students of pedagogical universities with different specialisations: specialization, Cand Diss.]. Moscow State Humanitarian University named after M. A. Sholokhov, 1998, 189 p. (in Russ.)

4. Rasskazov L. D. [Philosophical analysis of crisis aspects in the formation of the mentality of Russian youth and students in the context of educational transformation]. The Newman in Foreign Policy, 2021, no. 60 (104), pp. 47–55 (in Russ.).

Vladimir I. Tislenko
Doctor of Technical Sciences, professor, Department of Radio Engineering Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0001-8851-1873
Phone: +7 (382-2) 41-38-89
Email: vladimir.i.tislenko@tusur.ru

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

Olga V. Tislenko
Assistant, Department of Radio Engineering Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 41-38-89
Email: olga.v.tislenko@tusur.ru

УДК 378.147.091.313

Н.К. Монастырев, Н.Н. Кривин

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНЫХ УРОВНЕЙ СЛОЖНОСТИ В КУРСЕ «ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»

Рассматривается методика индивидуализации инженерного образования. На примере курса «Цифровые двойники электронных средств» авторы предлагают модель адаптивных образовательных траекторий, основанную на варьировании глубины проектных задач. Обосновывается использование трехуровневой системы сложности («Junior», «Middle», «Senior»), позволяющей эффективно обучать аудиторию с разным входным уровнем подготовки (школьников и студентов). Описаны механизмы формирования исследовательских компетенций через гипотетическое моделирование в иммерсивной цифровой среде.

Ключевые слова: индивидуализация обучения, цифровой двойник, инженерное мышление, адаптивные траектории, R&D, проектное обучение.

Введение

Согласно программе стратегического развития ТУСУРа университет к 2035 году трансформируется в автономную интеллектуальную корпорацию, где базовым процессом станут исследования и разработки (Research & Development, R&D) [1]. Реализация данной цели опирается на положения Стратегии развития электронной промышленности РФ [2] и задачи Федерального проекта по подготовке кадров [3]. В условиях объединения радиотехнического (РТФ), радиоконструкторского (РКФ) факультетов и факультета электронной техники (ФЭТ) в структуру нового института радиоэлектронной техники (ИРЭТ) критически важной становится задача синтеза гибких образовательных программ.

Одной из центральных проблем остается неоднородность входного уровня обучающихся. Традиционная «линейная» модель обучения в этой ситуации ведет к потере мотивации студентов. Цель данной работы – обоснование индивидуализации подготовки через систему адаптивных уровней сложности на примере междисциплинарного курса «Цифровые двойники электронных средств» (ЦДЭС).

Описание проблемной ситуации

Анализ, проведенный в рамках разработки концепции унифицированного учебного плана для инженерных направлений ИРЭТ [4], выявил ряд барьеров: «клиповость» мышления молодежи, отрыв фундаментальных наук от профессиональных дисциплин и дефицит проектной практики, нацеленной на реализацию принципа холизма результатов проектирования. Современный абитуриент зачастую не видит границ предметной области, что ведет к снижению профессионально ориентированной мотивации.

Для решения этих проблем курс ЦДЭС строится на принципе «от практики к теории». Вместо абстрактного изучения математического моделирования учащийся погружается в деятельность инженера-разработчика, где цифровой двойник (ЦД) выступает сквозным инструментом на всем жизненном цикле изделия – от идеи и схемотехники до имитационного моделирования.

Методология индивидуализации: три уровня сложности

Ключевым инструментом индивидуализации образования является декомпозиция проектной работы на уровни, соответствующие зоне ближайшего развития обучающегося.

1. Базовый уровень («Junior») ориентирован на школьников 10-х и 11-х классов, находящихся на стадии профориентации в области электроники. Основная задача – создание работоспособного ЦД по заданному алгоритму. Учащийся осваивает базовые инструменты САПР (KiCad). Результат – функциональное соответствие модели простейшему электронному устройству.

2. Продвинутый уровень («Middle») ориентирован на студентов. Здесь добавляются задачи оптимизации параметров и выбора компонентов. Индивидуализация достигается через вариативность критериев проектирования, опираясь на компетентностный подход в междисциплинарном проектировании [5]. Студент сам определяет приоритет (цена или надежность) для своего проекта.

3. Исследовательский уровень («Senior») интегрирует научный компонент в образование. Обучающийся переходит к «гипотетическому моделированию» – проверке гипотез о поведении системы в экстремальных условиях. Это путь к формированию исследовательского мышления, когда симулятор становится инструментом научного поиска [6].

Реализация на образовательной платформе

Для реализации курса выбрана платформа Stepik.org. Курс будет построен как серия «образовательных спринтов», где каждый урок завершится практическим действием. Геймификация служит психологическим якорем, помогающим преодолеть «клиповость» восприятия.

Индивидуализация в данном контексте понимается как управление сложностью для каждого. Для одаренных студентов курс становится «песочницей» с целью апробации идей, которые могут перерасти в формат «Стартап как ВКР». Внедрение таких модулей позволяет студентам уже к четвертому семестру эффективно решать типовые профессиональные задачи [4], существенно повышая их конкурентоспособность в R&D-секторе.

Заключение

Переход к адаптивным траекториям сложности позволяет решить задачу обоснованного синтеза логической структуры образовательного процесса в новом институте ТУСУРа. Предложенная модель обеспечивает непрерывный профессиональный рост будущего специалиста, превращая обучение в иммерсивное исследование жизненного цикла высокотехнологичного продукта.

Литература

1. Программа развития университета на 2021–2030 годы в рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» URL: https://prioritet.tusur.ru/ (дата обращения: 20.12.2025).

2. Стратегия развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года. URL: https://docs.cntd.ru/document/564162587 (дата обращения: 20.12.2025).

3. Федеральный проект «Подготовка кадров и научного фундамента электронной промышленности». URL: https://fcntp.ru/programmy-i-proekty/pknfep.php (дата обращения: 20.12.2025).

4. Кривин Н.Н. Образование, наука или инновации: каким должен быть унифицированный учебный план направлений подготовки института, создаваемого в ТУСУРе объединением факультетов РТФ, РКФ и ФЭТ? // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Технологический суверенитет: новые модели инженерного образования, развитие и повышение конкурентоспособности университетов: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2025. С. 78–85.

5. Кривин Н.Н. Использование компетентностного подхода в формировании содержания метадисциплин как способ развития междисциплинарных связей и обеспечения качества образовательного процесса // Современное образование: качество образования и актуальные проблемы современной высшей школы: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2019. С. 233–236.

6. Кривин Н.Н. Формирование компетенций с позиций проблемного обучения // Современные тенденции развития непрерывного образования: вызовы цифровой экономики: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2020. С. 78–79.

Монастырев Никита Константинович
Студент 3-го курса, каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Эл. почта: https://vk.com/sheldanchic

Кривин Николай Николаевич
Канд. техн. наук, доцент, зав. каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Тел.: +7 (3822) 90-71-51
Эл. почта: nikolai.n.krivin@tusur.ru

N.K. Monastyrev, N.N. Krivin

Individualization of Engineering Training Based on Adaptive Complexity Levels in ‘Digital Twins of Electronic Means’ Course

The methodology of individualizing engineering education in the conditions of integration of three faculties of Tomsk state university of control systems and radioelectronics is considered. On the example of ‘Digital Twins of Electronic Means course the model of adaptive educational trajectories based on varying the depth of project tasks is proposed. The use of a three-level complexity system (‘Junior’, ‘Middle’, ‘Senior’) which allows effective training of audiences with different entry levels of training (schoolchildren and students) is substantiated. The mechanisms for the formation of research competencies through hypothetical modeling in an immersive digital environment are described.

Keywords: individualization of training, digital twin, engineering thinking, adaptive trajectories, R&D, project-based learning.

References

1. University Development Program for 2021–2030 as part of the implementation of the strategic academic leadership program ‘Priority 2030’. (in Russ.). Available at: https://prioritet.tusur.ru/ (accessed: 20 December 2025).

2. Strategy for the development of the electronic industry of the Russian Federation for the period up to 2030. (in Russ.). Available at: https://docs.cntd.ru/document/564162587 (accessed: 20 December 2025).

3. Federal project ‘Training of personnel and development of the scientific foundation for the electronics industry’. (in Russ.). Available at: https://fcntp.ru/programmy-i-proekty/pknfep.php (accessed: 20 December 2025).

4. Krivin N.N. Obrazovanie, nauka ili innovacii: kakim dolzhen byt' unificirovannyj uchebnyj plan napravlenij podgotovki instituta, sozdavaemogo v TUSURe ob"edineniem fakul'tetov RTF, RKF i FET? [Education, science, or innovation: what should be the unified curriculum for the training programs of the institute being created at TUSUR through the merger of the Radio Engineering, Radio Communications, and Electronics faculties?]. Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti. Tekhnologicheskij suverenitet: novye modeli inzhenernogo obrazovaniya, razvitie i povyshenie konkurentosposobnosti universitetov: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii [Modern education: integration of education, science, business and government. Technological sovereignty: new models of engineering education, development and increasing competitiveness of universities. Proc. of the International Scientific and Methodological Conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2025. Pp. 78–85 (in Russ.).

5. Krivin N.N. Ispol'zovanie kompetentnostnogo podhoda v formirovanii soderzhaniya metadisciplin kak sposob razvitiya mezhdisciplinarnyh svyazej i obespecheniya kachestva obrazovatel'nogo processa [Competency-based approach in the formation of the meta-disciplines as a method of interdisciplinary communication development and education quality ensuring]. Sovremennoe obrazovanie: kachestvo obrazovaniya i aktual'nye problemy sovremennoj vysshej shkoly: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii [Modern education: the quality of education and current problems of modern higher education. Proc. of the International Scientific and Methodological Conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2019. Pp. 233–236 (in Russ.).

6. Krivin N.N. Formirovanie kompetencij s pozicij problemnogo obucheniya [Formation of competencies with problem-based learning]. Sovremennye tendencii razvitiya nepreryvnogo obrazovaniya: vyzovy cifrovoj ehkonomiki: materialy mezhdunar. nauch.-metod. konf: 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 Publ., 2020, pp. 78–79 (in Russ.).

Nikita K. Monastyrev
Student, Department of Design and Production of Radioelectronic Equipment, Tomsk State University of Control System and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Email: nmonastyrev4@gmail.com

Nikolay 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, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 90-71-51

УДК 378.147:629.78

Д.А. Малинин, Н.Н. Кривин

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРСОНАЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ БУДУЩЕГО ИНЖЕНЕРА ЧЕРЕЗ ВИРТУАЛЬНОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ МИССИЙ

Рассматривается методика индивидуализации инженерного образования на основе реализации сквозного проектного обучения в виртуальной среде. Обосновывается переход от коллективного использования дорогостоящего оборудования к индивидуальному проектированию системной архитектуры наноспутников. Описан опыт разработки образовательного курса «НаноспутникУм», в котором формирование профессиональной идентичности происходит через разработку уникальной концепции космической миссии, её брендинг и техническое проектирование (V-модель).

Ключевые слова: системная инженерия, индивидуализация обучения, наноспутники, профессиональный рост, сквозной проект, New Space, технологическое предпринимательство.

Введение

Трансформация инженерного образования в условиях стратегии «Приоритет 2030» требует поиска новых инструментов формирования системного мышления. Одной из ключевых проблем современной высшей школы остается «размытие» индивидуального вклада студента при работе в больших проектных группах, особенно в таких капиталоемких отраслях, как аэрокосмическое приборостроение.

Популярным инструментом вовлечения молодежи в космические технологии стал формат атмосферных зондов CanSat, который позволяет на практике освоить базовые принципы спутникостроения [1]. Однако внедрение практико-ориентированного обучения в этой сфере часто сталкивается с финансовым барьером, в то время как классические подходы делают ставку на физическую сборку аппаратов, что ограничивается стоимостью оборудования и невозможностью обеспечить каждого обучающегося персональным комплектом. Автор предлагает в данном случае сместить акцент на виртуальное системное проектирование. Это позволит реализовать принцип «от продукта к технологии» и обеспечить глубокую индивидуализацию обучения, где результатом станет персональный интеллектуальный продукт – концепция уникальной космической миссии.

Методологические принципы и универсум предметной области

В условиях реструктуризации инженерных факультетов университета и организации новых институтов актуализируется задача синтеза оптимальной логической структуры образовательного процесса [2]. В основе предлагаемого подхода лежит создание единого эпистемического и понятийного аппарата изучаемой области. Для преодоления «клиповости мышления» абитуриентов каждая тема курса «НаноспутникУм» вписана в общий универсум системной инженерии. Ключевым методическим решением является принцип сохранения интеллектуального ресурса [2]. В отличие от фрагментарных лабораторных работ, сквозной проект на платформе Stepik позволяет студенту накапливать «профессиональный капитал». Индивидуализация образования здесь достигается за счет предоставления обучающемуся роли главного конструктора и основателя собственной виртуальной миссии. При этом методологической рамкой служит классическая V-модель системной инженерии, обеспечивающая строгий инженерный протокол от анализа требований до верификации системы [3].

Сквозной проект как инструмент профессиональной идентификации

Процесс индивидуализации профессионального роста в рамках курса реализуется через три уровня.

1. Уровень смыслов и айдентики: профессиональный рост начинается с принятия ответственности за проект. Модули по неймингу и брендингу космической миссии заставляют обучающегося формулировать цели (Concept of Operations). Выбор уникального имени и логотипа является первым этапом декомпозиции системы: визуальный образ должен соответствовать техническим задачам.

2. Уровень системной архитектуры: при отсутствии физического доступа к оборудованию фокус смещается на работу с «цифровым двойником». Студент самостоятельно проектирует 3D-модель каркаса в САПР, решая задачи компоновки и промышленного дизайна, и разрабатывает архитектуру бортовых систем, опираясь на итерационный подход, заложенный в основу жизненного цикла изделия [3]. Здесь индивидуализация проявляется в возможности глубокого погружения в конкретную подсистему при сохранении целостного взгляда на проект.

3. Уровень технологического предпринимательства: проект миссии оформляется как комплект проектной документации. Это формирует навыки «за-

щиты проекта» и подготовки заявок на грантовые программы. Итоговый продукт может стать основой для защиты ВКР в формате стартапа.

Дифференциация подходов: виртуальность или физика

Необходимо отметить различие между физически ориентированным обучением на базе CanSat-конструкторов и архитектурно-ориентированным подходом курса «НаноспутникУм». Если методика CanSat делает упор на навыки ручной сборки и пайки в малых группах, то предлагаемая авторами виртуальная модель обучения нацелена на формирование компетенций системного архитектора. Виртуальная среда снимает страх перед поломкой оборудования, позволяя студенту проводить неограниченное количество итераций проектирования, что критически важно для развития исследовательских компетенций и профессионального роста будущих специалистов.

Заключение

Индивидуализация обучения через сквозной виртуальный проект позволяет решить задачу масштабируемости без увеличения затрат на оборудование. Предложенная методика способствует опережающему профессиональному росту, превращая обучающегося из пассивного слушателя в субъекта инженерной деятельности, владеющего методологией полного жизненного цикла изделия.

Литература

1. Chun C., Tanveer M.H., Chakravarty S. The CanSat Compendium: A Review of Scientific CanSats // Machines. 2023/ Vol. 11, N 7. P. 675. URL: https://www.mdpi.com/2075-1702/11/7/675 (accessed: 20.12.2025).

2. Кривин Н.Н. Образование, наука или инновации: каким должен быть унифицированный учебный план направлений подготовки института, создаваемого в ТУСУРе объединением факультетов РТФ, РКФ и ФЭТ? // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Технологический суверенитет: новые модели инженерного образования, развитие и повышение конкурентоспособности университетов: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2025. С. 78–85.

3. Forsberg K., Mooz H. The Relationship of System Engineering to the Project Cycle // Proceedings of the National Council on Systems Engineering (INCOSE) Conference, Chattanooga, TN. 1991. P. 57–65.

Малинин Данил Алексеевич
Основатель и генеральный директор ООО «НаноспутникУм», студент 5-го курса, каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Эл. почта: https://vk.com/4vogadro

Кривин Николай Николаевич
Канд. техн. наук, доцент, зав. каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Тел.: +7 (3822) 90-71-51
Эл. почта: nikolai.n.krivin@tusur.ru

D.A. Malinin, N.N. Krivin

Designing the Personalized Professional Trajectory of Future Engineers via Virtual Prototyping of Space Missions

The methodology for individualizing engineering education based on the implementation of end-to-end project-based learning within a virtual environment is considered. The transition from the collective use of expensive laboratory equipment to the individual design of nanosatellite system architectures is justified. The implementation experience of ‘NanosputnikUm’ educational course, during which the professional identity is formed through the development of a unique space mission concept, its branding, and technical design (V-model) is described.

Keywords: systems engineering, individualized learning, nanosatellites, professional growth, end-to-end project, New Space, technological entrepreneurship.

References

1. Chun C., Tanveer M.H., Chakravarty S. The CanSat Compendium: A Review of Scientific CanSats. Machines, 2023, no. 11(7), p. :675. Available at: https://www.mdpi.com/2075-1702/11/7/675 (accessed: 20 December 2025).

2. Krivin N.N. Obrazovanie, nauka ili innovacii: kakim dolzhen byt' unificirovannyj uchebnyj plan napravlenij podgotovki instituta, sozdavaemogo v TUSURe ob"edineniem fakul'tetov RTF, RKF i FET? [Education, science, or innovation: what should be the unified curriculum for the training programs of the institute being created at TUSUR through the merger of the Radio Engineering, Radio Communications, and Electronics faculties?]. Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti. Tekhnologicheskij suverenitet: novye modeli inzhenernogo obrazovaniya, razvitie i povyshenie konkurentosposobnosti universitetov: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii [Modern education: integration of education, science, business and government. Technological sovereignty: new models of engineering education, development and increasing competitiveness of universities. Proc. of the International Scientific and Methodological Conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2025. Pp. 78–85 (in Russ.).

3. Forsberg K., Mooz H. The Relationship of System Engineering to the Project Cycle. Proceedings of the National Council on Systems Engineering (NCOSE) Conference, Chattanooga, TN, 1991, pp. 57–65.

Danil A. Malinin
CEO, LLC «NanosputnikUm», student, Department of Design and Production of Radioelectronic Equipment, Tomsk State University of Control System and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Email: https://vk.com/4vogadro

Nikolay 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, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 90-71-51
Email: nikolai.n.krivin@tusur.ru

УДК 519-7

Л.В. Быков, А.С. Мигачева, А.В. Михальнюк, Ю.А. Шайдо

МАТЕМАТИКА ВОКРУГ НАС: ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ КУРСА ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ И БУДУЩЕЙ ПРОФЕССИИ

Рассматривается практическая значимость фундаментальных понятий линейной алгебры за пределами академического курса. Показано применение матричных операций для обработки данных в компьютерной графике, экономическом моделировании и машинном обучении. Цель работы – на конкретных примерах мотивировать студентов к углубленному изучению математики, раскрывая её прикладной потенциал в повседневной жизни и различных профессиональных сферах.

Ключевые слова: матрица, обработка данных, прикладная математика.

Ведение

В Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) на факультете безопасности для будущих специалистов реализуется модульная система обучения, обеспечивающая последовательное и углублённое освоение необходимых дисциплин.

Учебный процесс разделён на модули, каждый из которых посвящён ключевым разделам высшей математики. В первом модуле студенты изучают вводный курс математики (ВКМ), который закладывает фундаментальную базу знаний. Во втором модуле начинается дисциплина «Алгебра и геометрия», объединяющая линейную алгебру и аналитическую геометрию. Согласно рабочей программе, общий объём курса составляет 108 академических часов, из которых 16 часов отводятся на лекционную и 48 часов на практическую работу с преподавателем, а 44 часа – на самостоятельную работу [1].

Особое внимание в рамках курса уделяется разделу «Линейная алгебра»: на изучение матриц и операций над ними выделяется 38 часов (6 часов лекций, 16 часов практических занятий и 16 часов самостоятельной работы). Этот раздел является ключевым для формирования навыков работы с математическим аппаратом, используемым на протяжении всего обучения и в будущей профессиональной деятельности студента [2].

Последующие модули продолжают математическую подготовку: третий модуль посвящён первой части математического анализа (пределы, производные, функции нескольких переменных), пятый – второй части математического анализа (интегралы, дифференциальные уравнения), а шестой – теории функциональных рядов. Такая структура позволяет обеспечить непрерывность и преемственность в освоении математических знаний, необходимых для решения прикладных задач в области защиты информации и аналитике.

Цель данной статьи – преодолеть разрыв между теорией и практикой, показав на конкретных и понятных примерах, как ключевые матрицы «работают» в повседневной жизни и профессиональной деятельности.

Матрицы

Матрицы кажутся абстрактной математикой, но на самом деле они – невидимый каркас цифрового мира. Они не живут в учебниках, а ежесекундно работают вокруг нас, организуя данные и управляя процессами. Рассмотрим яркие примеры того, где и как матрицы влияют на нашу повседневную жизнь.

1. Компьютерная графика: движение в играх

Представим, что у персонажа в игре есть скелет из «косточек» (координат в пространстве). Положение каждой вершины его модели (носа, кончика меча, колеса машины) описывается тремя числами (x, y, z) – это столбец или строка в матрице.

Пример: координаты точки (плеча персонажа) – это вектор [10, 2, 5].

Что делает игра, чтобы его повернуть или сдвинуть?

• Матрица поворота: это специальная таблица 3x3 (матрица). Умножая матрицу поворота на вектор координат, компьютер получает новые координаты уже повёрнутой точки.

• Матрица перемещения: чтобы не просто повернуть, но и шагнуть вперёд, используют матрицы 4x4. В них зашиты и поворот, и сдвиг.

Проще говоря: вся модель – это огромная таблица (матрица) точек. Движение – это массовое умножение такой таблицы на другую маленькую таблицу (матрицу преобразования). Так за один расчёт двигаются тысячи точек, создавая плавную анимацию.

2. Социальные медиа: рекомендации

Представьте таблицу (матрицу), в ней:

• строки – это пользователи;

• столбцы – это контент (фильм 1, пост 2, товар 3...);

• в ячейках – оценки: (1) – лайк, просмотр, покупка; (0) – контент, оставленный без взаимодействия.

Получается матрица предпочтений, большая и с пропусками (большим количеством нулей).

Как работает алгоритм:

1) ищет «похожих» на пользователя людей, то есть тех, у кого совпадают многие оценки (их строки в матрице похожи);

2) анализирует, что похожие на пользователя люди оценили, а он в свою очередь ещё не видел;

3) предполагает, что тебе это тоже понравится, и продвигает контент в ленте рекомендаций пользователя.

Суть: алгоритмы (вроде SVD – разложения матриц на множители) «сжимают» эту огромную таблицу, находя скрытые связи: «любители научной фантастики часто оценивают вот эти 10 фильмов, а комедии – вот эти». Пользовательская лента – результат анализа его строки в этой матрице.

3. Матрицы в информационной безопасности: инструмент для структурированной аналитики

В арсенале специалистов по информационной безопасности матрицы занимают особое место как мощный инструмент структурирования и анализа данных. В отличие от хаотичного рассмотрения угроз, матричный подход позволяет систематизировать информацию, выявлять закономерности и принимать взвешенные решения на основе визуализированных зависимостей.

Одним из наиболее показательных примеров применения матриц в аналитике является метод Делфи – итеративный экспертный подход для оценки рисков и прогнозирования угроз. В этом методе матрица становится центральным рабочим инструментом:

• в ней по вертикали располагаются потенциальные угрозы и уязвимости (например, утечка данных, DDoS-атаки, инсайдерские угрозы);

• по горизонтали – критерии оценки: вероятность реализации, потенциальный ущерб, сложность обнаружения, затраты на снижение рисков.

Эксперты последовательно заполняют ячейки матрицы, а затем в ходе нескольких этапов обсуждения принимают общее решение, что позволяет количественно оценить риски и приоритизировать меры защиты [3].

Помимо метода Делфи, матрицы активно используются в CARTA-модели (Continuous Adaptive Risk and Trust Assessment), матрицах принятия решений при инцидентах и сопоставлении угроз с контрмерами. Этот подход трансформирует качественные экспертные оценки в количественные данные, на основе которых можно строить прогнозы и оптимизировать ресурсы безопасности.

Таким образом, матрицы в информационной безопасности – это не просто таблицы с числами, а стратегический инструмент аналитического мышления, позволяющий переходить от реактивных действий к проактивному управлению рисками.

Заключение

Таким образом, матрицы, будучи фундаментальным математическим объектом, оказываются не абстрактной концепцией, а универсальным языком и основным форматом для хранения и обработки данных цифровой реальности. Матричная алгебра служит ключевым инструментом для их сложного анализа и преобразования: она анимирует миры в играх, персонализирует нашу цифровую ленту и обеспечивает структурированную аналитику для защиты информации. Всё это делает матрицы невидимым, но абсолютно необходимым каркасом, на котором держатся современные технологии.

Литература

1. Рабочая программа дисциплины «Алгебра и геометрия». Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2023. 19 с.

2. Магазинников Л.И., Магазинникова А.Л. Высшая математика I. Практикум по линейной алгебре и аналитической геометрии: учеб. пособие. 2007. 162 с. URL: https://edu.tusur.ru/publications/37.

3. Живицкая Е.Н., Едемская О.П. Системный анализ и проектирование информационных систем. 2005. 62 с. URL: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/397/2/Jivickaya_05.pdf.

Быков Лев Витальевич
Студент каф. безопасности информационных систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7-952-183-45-15
Эл. почта: skinizi007@mail.ru

Мигачева Александра Сергеевна
Студент каф. безопасности информационных систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7-913-884-33-02
Эл. почта: aleksandram@gmail.com

Михальнюк Артём Вадимович
Студент каф. безопасности информационных систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7-923-418-98-12
Эл. почта: mihalnuk.artem@yandex.ru

Шайдо Юлия Александровна
Канд. физ.-мат. наук, доцент каф. комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050

Тел.: +7 (3822) 70-15-29
Эл. почта: sua@fb.tusur.ru

L.V. Bykov, A.S. Migacheva, A.V. Mikhalnyuk, Yu.A. Shaydo
Mathematics around Us: Practical Application of Fundamental Concepts from Linear Algebra in Everyday Life and in Future Profession

Practical significance of fundamental concepts of linear algebra beyond the academic course is considered. How matrix operations are applied in data processing within computer graphics, economic modelling and machine learning is demonstrated. The aim of the work is to motivate students to study mathematics in greater depth through concrete examples, revealing its applied potential in everyday life and various professional fields.
Keywords: matrix, data processing, applied mathematics.

References

1. The working program of ‘Algebra and Geometry’ discipline. Tomsk, TU-SUR, 2023. 19 p.

2. Shopinnikov L. I., Shopinnikova A. L. Higher Mathematics I. Praktikum po linejnoj algebre i analiticheskoj geometrii [Practicum on linear algebra and analytical geometry]. 2007. 162 p. (in Russ.). Available at: https://edu.tusur.ru/publications/37 (accessed: 18 November 2025).

3. Zhivitskaya E.N., Edemskaya O.P. Sistemnyj analiz i proektirovanie informacionnykh sistem [System analysis and design of information systems]. 2005. 62 p. (in Russ.). Available at: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/397/2/Jivickaya_05.pdf (accessed: 18 November 2025).

Lev V. Bykov
Student, Department of Information Systems Security, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 952 183 45 15
Email: skinizi007@mail.ru

Alexandra S. Migacheva
Student, Department of Information Systems Security, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 913 884 33 02
Email: aleksandram@gmail.com

Artem V. Mikhalyuk
Student, Department of Information Systems Security, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 923 418 98 12
Email: mihalnuk.artem@yandex.ru

Yulia A. Shaido
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of Complex Information Security of Computer Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 70 15 29
Email: sua@fb.tusur.ru

Секция 8
Наука и образование: синергетический эффект в подготовке конкурентоспособных специалистов

УДК 378.2

А.А. Мицель, Т.Ю. Коротина

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ АСПИРАНТУРА – СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ ПРИКЛАДНОЙ НАУКИ

В последние годы эффективность аспирантуры существенно снизилась. Одной из основных причин стал низкий социальный статус научного работника. Это привело к падению спроса на квалифицированных кадров в производственном секторе экономики, включая высокотехнологичные и наукоёмкие предприятия. В статье представлен опыт Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) в реализации программы стратегического партнерства с наукоемкими предприятиями в рамках приоритетных направлений подготовки кадров высшей квалификации.

Ключевые слова: подготовка кадров высшей квалификации, наукоемкие предприятия, целевая подготовка, приоритетные направления.

В последние годы эффективность аспирантуры как института подготовки кадров высшей квалификации существенно снизилась. Об этом свидетельствуют официальные данные, опубликованные в различных справочных документах [1, 2].

В таблице 1 приведена численность аспирантов и выпуск по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров (данные приведены на окончание каждого года в тыс. чел.) [1].

Таблица 1 – Численность аспирантов и выпуск по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров

	2000	2005	2010	2020	2021	2022	2023	2024
Численность аспирантов, тыс. чел.	117,7	142,9	157,4	87,8	90,2	109,7	121,6	125,9
Прием в аспирантуру, тыс. чел.	43,1	46,9	54,6	27,7	28	45,1	40,1	35,7
Выпуск из аспирантуры, тыс. чел.	24,8	33,6	33,6	14	14,3	13,9	14,1	15,9
Выпуск из аспирантуры, %	21	23,5	21,3	15,9	15,8	12,7	11,6	12,6
Выпуск с защитой диссертации, тыс. чел.	7,5	10,7	9,6	1,2	1,5	1,8	1,6	1,7
Выпуск с защитой диссертации, %	6,4	7,5	6,1	1,4	1,7	1,6	1,3	1,4
Выпуск с защитой диссертации, % от выпуска	30,2	31,8	28,6	8,6	10,5	12,9	11,3	10,7

Из таблицы 1 следует, что процент выпуска из аспирантуры за период 2000–2023 гг. уменьшился с 23 до 11,6% и с 2020 г. стал менее 16%, причём наблюдается уменьшение с 15,9 до 11,6%. Процент выпуска с защитой диссертации уменьшился с 7,5 до 1,3%.

В таблице 2 представлены данные о численности приёма аспирантов и выпуске из аспирантуры по некоторым направлениям подготовки, соответствующим приоритетным направлениям модернизации технологического развития экономики России [2].

Таблица 2 – Приём аспирантов и выпуск из аспирантуры в 2021–2022 гг. по некоторым направлениям подготовки

	Численность аспирантов		Приём в аспирантуру		Выпуск из аспирантуры		Выпуск с защитой диссертаций	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Всего по направлениям подготовки, утвержденным приказом Минобрнауки России от 12 сентября 2013 г. № 1061	90156	65110	27992	213	14326	13865	1500	1791
Компьютерные и информационные науки	368	273	157	-	45	40	2	9
Информатика и вычислительная техника	7510	5440	2166	7	928	920	92	113
Информационная безопасность	553	401	176	-	38	59	4	4
Электроника, радиотехника и системы связи	1778	1236	481	-	281	242	25	21
Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии	954	692	300	-	159	126	28	20

	Численность аспирантов		Приём в аспирантуру		Выпуск из аспирантуры		Выпуск с защитой диссертаций	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Управление в технических системах	992	716	265	-	159	128	17	17
Нанотехнологии и наноматериалы	35	25	10	-	2	6	-	1
Физико-технические науки и технологии	32	23	9	-	6	5	-	-
Техносферная безопасность	413	306	122	1	65	51	6	3

Как следует из таблиц 1 и 2, статистика подготовки кадров высшей квалификации печальная. Эта проблема касается большинства научных и образовательных учреждений, ведущих подготовку аспирантов.

С целью повышения эффективности работы аспирантуры и создания кадрового резерва ППС в ТУСУРе в 2011 году была создана «элитная» аспирантура (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты работы «элитной» аспирантуры

Год выпуска	Выпуск из «элитной» аспирантуры, чел.	Выпуск из «элитной» аспирантуры с защитой диссертации, чел.
2014	5	5
2016	4	4
2017	4	4
2019	1	1
2020	2	2
2021	5	5
2022	6	6
2023	7	6
2024	2	2

В октябре 2024 г. Минобрнауки [3] опубликовало информацию о создании в 2025 году производственной аспирантуры. Производственная аспирантура – это «форма партнерства и кооперации университета с конкретной компанией, направленная на повышение эффективности исследовательской деятельности, с одной стороны, и на решение конкретных задач предприятия, с другой» [3].

Основные характеристики производственной аспирантуры [3]:

✓ в основе темы исследования аспиранта – актуальные прикладные задачи конкретного предприятия,

✓ работодатель должен участвовать в создании программы аспирантуры и учебном процессе,

✓ представители компании принимают участие во вступительных испытаниях и в приеме экзаменов по профилю,

✓ у аспиранта два научных руководителя: преподаватель из университета и научный консультант от предприятия,

✓ возможность вести исследования непосредственно на производстве, особенно по инженерным и точным наукам,

✓ представители компании входят в объединенный диссертационный совет,

✓ компания обеспечивает дополнительные материальные стимулы для аспирантов и их научных руководителей.

Для того чтобы стать участником проекта «Производственная аспирантура», у вуза должно быть право на собственные образовательные стандарты, а процент защит в срок не должен быть ниже 30%.

Идея подготовки инженеров-исследователей (инженерно-технологический спецназ) в научной литературе была опубликована в [4], где авторы пишут о том, что готовить следует не только инженеров по эксплуатации оборудования, но и инженеров качественно нового типа – элитных инженеров. В комментарии к статье [5] ее автор акцентирует внимание на актуальности развития сотрудничества университетов и индустрии в подготовке инженерных кадров высшей квалификации, на принципах организации программ «индустриальной» аспирантуры. Речь идет о реализации практико-ориентированной модели аспирантуры в рамках третьего уровня высшего образования и о введении профессиональных степеней.

Задолго до появления информации о производственной аспирантуре в ТУСУРе для решения проблемы эффективности аспирантуры в рамках реализации программы стратегического развития университета были выделены следующие приоритетные направления развития [6]:

– наноэлектроника;

– радиотехнические и информационно-телекоммуникационные системы;

– интеллектуальная силовая электроника;

– инноватика.

При этом основное внимание уделялось наукоемким предприятиям, с которыми ТУСУР имеет многолетние партнерские связи и совместные исследования. Были выделены основные задачи взаимодействия университета и наукоемких предприятий:

– научно-техническое сотрудничество по основным приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники РФ;

– совместное использование интеллектуальных, материально-технических, научно-исследовательских ресурсов в интересах развития отрасли;

– привлечение к выполнению НИОКР студентов, магистрантов, аспирантов;

– решение кадровых вопросов предприятий путем целевой подготовки специалистов совместно с университетом, в том числе и кадров высшей квалификации.

Для решения вопросов подготовки кадров высшей квалификации в ТУСУРе был реализован механизм организации послевузовского обучения молодых специалистов по направлениям, актуальным для конкретного наукоемкого предприятия:

Выбор формы обучения

Варианты подготовки кадров высшей квалификации через обучение в аспирантуре:

– участие сотрудника предприятия в конкурсе на бюджетные места, финансируемые за счет средств федерального бюджета;

– обучение по договорам об образовании (предприятие оплачивает обучение своего специалиста);

– поступление в аспирантуру по направлениям от предприятий федеральных органов исполнительной власти (в этом случае служба по работе с персоналом предприятия своевременно подает заявку в соответствующее министерство для выделения мест в аспирантуре выбранного вуза на обучение за счет средств федерального бюджета). С 2012 г. ТУСУР получает задание государственного плана на подготовку кадров высшей научной квалификации для оборонно-промышленного комплекса, в частности для предприятий ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва» (г. Железногорск) и ОАО «НПЦ «Полюс» (г. Томск), подведомственных Федеральному космическому агентству;

– научное соруководство (вуз – предприятие), которое подразумевает прикрепление аспиранта к научному руководителю – сотруднику университета, с одной стороны, и назначение куратора-руководителя непосредственно на предприятии, с другой стороны;

– обучение аспиранта по приоритетному направлению его наукоемкого предприятия, решение поставленных на предприятии научных задач;

– подготовка и защита диссертационной работы.

Были выделены следующие наукоемкие предприятия – стратегические партнеры университета: ЗАО «Научно-производственная фирма «Микран»; ОАО «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнёва (ИСС); ОАО «НПЦ «Полюс» (г. Томск); ОАО «НИИПП» (ГК «Ростехнологии», «Роснано»).

Таким образом, в ТУСУРе был создан прообраз производственной аспирантуры.

За период с 2012 по 2024 год в аспирантуре ТУСУРа по договорам о целевом обучении в аспирантуре с организациями-заказчиками, партнерами университета, прошли подготовку более 50 аспирантов, кандидатские диссертации защитили 9 сотрудников указанных организаций (как правило, спустя 3–6 лет после окончания аспирантуры).

Однако результаты этой деятельности не дали ощутимых результатов, значимо отличающихся от российской статистики (см. таблицы 1, 2). Основные причины низкой эффективности подготовки аспирантуры, на наш взгляд, следующие:

– большая загруженность аспирантов основной работой на предприятиях;

– недостаточная мотивация научного руководителя от предприятия в успешной исследовательской работе аспиранта;

– низкий социальный статус учёного.

В ТУСУРе имеется также опыт подготовки аспирантов, темы исследований которых были связаны с их производственной деятельностью. Учитывая низкий размер стипендии, желающим поступить в аспирантуру предлагалось найти фирмы, в которых есть производственная проблема или задача, а также существует заинтересованность руководства в повышении квалификации молодого сотрудника. По этой схеме было подготовлено в период с 2011 по 2022 г. 7 кандидатов наук.

В анонсированном в СМИ проекте производственной аспирантуры указывается, что у вуза должно быть право на собственные образовательные стандарты, а процент защит в аспирантуре в срок не должен быть ниже 30%. Право на собственные образовательные стандарты имеют вузы категории «федеральный университет», а также вузы со статусом «национальный исследовательский университет» [7].

Заключение

Предлагаемый пилотный проект о создании производственной аспирантуры позволит повысить эффективность аспирантуры по подготовке инженеров-исследователей. Для этого необходимо заинтересованное участие работодателей:

– в руководстве подготовкой аспирантов;

– в проектировании аспирантских программ;

– в развитии профессиональной карьеры выпускников аспирантуры.

Литература

1. Образование в цифрах 2025: краткий статистический сборник / Т.А. Варламова [и др.]. М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2025. 136 с.

2. Индикаторы науки: 2024: стат. сб. / Л.М. Гохберг [и др.]. М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2025. 412 с.

3. Производственная аспирантура. URL: minobrnauki.gov.ru.

4. «Кандидат инженерии» – учёная степень, востребованная временем / А.И. Рудской [и др.] // Высшее образование в России. 2017. № 10. С. 109–121.

5. Бедный Б.И. Об индустриальной аспирантуре (комментарий к статье А.И. Рудского, А.И. Боровкова, П.И. Романова, К.Н. Киселёвой) // Высшее образование в России. 2017. № 10. С. 122–124.

6. Мещеряков Р.В., Коротина Т.Ю. Приоритетные направления подготовки кадров высшей квалификации в интересах наукоемких предприятий // Современное образование: практико-ориентированные технологии подготовки инженерных кадров: материалы междунар. науч.-метод. конф., Томск, 29-30 января 2015 г. 2015. С. 7–9.

7. Об образовании в Российской Федерации : Федер. закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ.

Мицель Артур Александрович
Профессор каф. автоматизированных систем управления Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: (3822) 701-536
Эл. почта: artur.a.mitsel@tusur.ru

Коротина Татьяна Юрьевна
Зав. аспирантурой Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр., д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: (3822) 701-523
Эл. почта: korotina@tusur.ru

A.A. Mitsel, T.Yu. Korotina

Industrial Postgraduate Studies as Modern Challenges of Applied Science

In recent years, the effectiveness of postgraduate studies as the third level of education has significantly decreased that is evidenced by official data published in various reference documents [1, 2]. One of the main reasons is the low social status of a researcher. It has led to a drop in demand for qualified personnel in the manufacturing sector of the economy, including high-tech and knowledge-intensive enterprises. The experience of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR) in implementing a program of strategic partnership with high-tech enterprises within the priority areas of training highly qualified personnel is presented.

Keywords: training of highly qualified personnel, knowledge-intensive enterprises, targeted training, priority areas

References

1. Varlamova T. A. , Gokhberg L. M. , Zorina O. A., et al. Obrazovanie v cifrakh 2025: kratkij statisticheskij sbornik [Education in numbers 2025: a short statistical collection]. National Research Higher School of Economics, Moscow, ISIEZ HSE Publ., 2024.132 p. (in Russ.).

2. Gokhberg L.M., Ditkovsky K. A., Kotsemir M.N. et al. Indikatory nauki: 2024: statisticheskij sbornik [Indicators of Science: 2024: Statistical Collection]. National Research Higher School of Economics, Moscow, ISIEZ HSE Publ., 2024. 412 p. in Russ.).

3. Industrial postgraduate studies: minobrnauki.gov.ru

4. Rudskoy A.I., Borovkov A.I., Romanov P.I., Kiseleva K.N. ['Candidate of Engineering' – an academic degree demanded by time]. Higher Education in Russia, 2017, no.10, pp. 109-121 (in Russ.).

5. Bedny B.I. [On industrial postgraduate studies (commentary on the article by Rudsky A.I., Borovkov A.I., Romanov P.I., Kiseleva K.N.)]. Higher Education in Russia, 2017, no. 10, pp. 122-124 (in Russ.).

6. Meshcheryakov R.V., Korotina T.Yu. Prioritetnye napravleniya podgotovki kadrov vysshej kvalifikacii v interesakh naukoemkikh predpriyatij [Priority directions for training highly qualified personnel in the interests of knowledge-intensive enterprises]. Sovremennoe obrazovanie: praktiko-orientirovannye tekhnologii podgotovki inzhenernykh kadrov. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii [Modern education: practice-oriented technologies for training engineering personnel. Proc. of the International Scientific and Methodological Conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2015. Pp. 7-9 (in Russ.).

7. Federal Law no. 273-FZ dated December 29, 2012 'On Education in the Russian Federation'

Artur A. Mitsel
Professor, Department of Automated Control Systems, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: (382-2) 70-15-36
Email: artur.a.mitsel@tusur.ru

Tatyana Yu. Korotina
Head of the Graduate School, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: (382-2) 70-15-23
Email: korotina@tusur.ru

УДК 378.225

Н.Н. Кривин

МОДЕЛЬ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ АСПИРАНТУРЫ В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ: ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И СИНЕРГИЯ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА

Рассматривается проблема повышения эффективности подготовки кадров высшей квалификации в технических университетах. Выдвигается и обосновывается гипотеза, что внедрение модели индустриальной аспирантуры, основанной на синергии академического и производственного секторов, позволит увеличить долю защит диссертаций в срок. Предложена методологическая схема взаимодействия «аспирант – университет – высокотехнологичная компания», включающая двойное научное руководство и интеграцию исследовательского процесса в производственные задачи. Описаны ролевые модели участников и специфика отбора кандидатов.

Ключевые слова: индустриальная аспирантура, эффективность аспирантуры, инженерная педагогика, университет-предприятие, подготовка кадров высшей квалификации, синергетический эффект.

Введение

В современных условиях технологического суверенитета перед российской высшей школой стоит острая задача повышения эффективности аспирантуры. Традиционная модель подготовки, ориентированная преимущественно на академическую карьеру, демонстрирует снижение результативности: доля аспирантов, защищающих диссертацию в срок, остается недостаточно высокой. Как справедливо отмечают В.А. Тесленко и Р.М. Мельников, выпускники технических специальностей всё чаще выбирают карьеру в реальном секторе экономики, где их компетенции востребованы, однако формат классической аспирантуры часто вступает в конфликт с требованиями бизнеса [1].

Для технического университета предпринимательского типа, каким является ТУСУР, разрыв между академическими требованиями к диссертации и реальными задачами высокотехнологичных компаний становится критическим фактором. Аспиранты вынуждены искать компромисс между работой ради заработка и научным исследованием ради степени.

Цель данной работы – обосновать организационно-методическую модель индустриальной аспирантуры, которая позволит разрешить это противоречие, обеспечив синергетический эффект для всех участников процесса.

Методология и нормативная база

В основе предлагаемой модели лежит концепция интеграции исследовательского процесса аспиранта в научно-техническую (Research & Development, R&D) повестку индустриального партнера. С юридической точки зрения реализация такой модели в РФ опирается на механизмы целевого обучения (в соответствии с Положением, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 21.03.2019 № 302), а также на перспективные нормы, закладываемые в законопроекты о подготовке научно-педагогических кадров.

Однако, как показывает анализ зарубежного и отечественного опыта, одного нормативного регулирования недостаточно. Необходима проработка именно методической составляющей взаимодействия, так как культуры академической среды и бизнеса имеют разные ценностные ориентиры: наука нацелена на новое знание и публикации, бизнес – на прибыль и коммерциализуемый продукт [2].

Организационно-методическая модель индустриальной аспирантуры

Для повышения эффективности аспирантуры предлагается внедрить модель, базирующуюся на трех ключевых методических принципах.

1. Принцип непрерывной траектории подготовки «Студент – Инженер – Аспирант»

Эффективность индустриальной аспирантуры напрямую зависит от качества «входного материала». Предлагается следующая схема отбора и подготовки, обеспечивающая непрерывность образовательного процесса:

1) 4–5-й курс специалитета / 1–2-й курс магистратуры: трудоустройство студента на предприятие-партнер кафедры (высокотехнологичную компанию). Прохождение преддипломной практики в реальных производственных условиях;

2) выпускная квалификационная работа: выполнение диплома по теме предприятия, что создает задел для будущей диссертации;

3) выпуск и трудоустройство: переход на полную ставку на должность инженера-исследователя;

4) поступление в аспирантуру: зачисление в вуз (возможно, по целевой квоте) с уже сформированной темой исследования, которая является частью стратегического проекта компании.

Такой подход минимизирует риски «входа в тему», так как аспирант уже погружен в контекст проблемы.

2. Принцип двойного научного руководства

Ключевым методическим новшеством является четкое разделение функций между представителями вуза и предприятия. Согласно проведенному анализу практик [3], успех аспиранта зависит от гармонизации требований двух наставников.

✓ Научный руководитель от университета обеспечивает методическое сопровождение аспиранта. Его функции: помощь в формулировке научной новизны, контроль соответствия работы паспорту специальности, интеграция результатов в учебный процесс, контроль соблюдения формальных требований ВАК и диссертационного совета.

✓ Научный консультант (ментор) от предприятия обеспечивает содержательное наполнение. Его функции: постановка актуальной прикладной задачи, предоставление доступа к оборудованию и данным, оценка практической значимости, содействие во внедрении результатов в процессы своего предприятия.

Именно наставник от предприятия помогает трансформировать производственную задачу в научную проблему, а научный руководитель от вуза «упаковывает» решение этой проблемы в формат квалификационной работы.

3. Принцип интегральной финансово-ресурсной модели

Модель решает одну из главных дилемм аспиранта – финансовую неустойчивость. Аспирант работает по основному месту на предприятии, получая конкурентную заработную плату за решение научно-технических задач, и одновременно получает стипендию в университете. Материально-техническая база предприятия (лаборатории, полигоны, массивы данных) используется для проведения экспериментов, что часто превосходит возможности университетских лабораторий.

Результаты и обсуждение: синергетический эффект

Внедрение описанной модели в техническом университете позволяет достичь синергетического эффекта, выраженного в следующих показателях:

1) повышение качества диссертаций за счет того, что исследования перестают быть оторванными от практики. Аспирант работает с реальными данными, что упрощает получение акта о внедрении – критически важного документа для защиты по техническим наукам;

2) рост мотивации и сохранение контингента. Как отмечают Н.В. Рыбаков и соавторы, аспиранты IT-сферы и технических направлений часто теряют интерес к диссертации, если она не связана с их основной работой [2]. Индустриальная модель устраняет конфликт интересов: работа над диссертацией становится частью должностных обязанностей;

3) технологический трансфер, когда университет через аспирантов получает доступ к актуальной повестке индустрии, а предприятие приобретает кадры высшей квалификации, способные не просто эксплуатировать технологии, но и создавать новые (R&D).

Риски и ограничения

При реализации модели необходимо учитывать ряд методических и организационных рисков:

– проблема конфиденциальности, заключающаяся в том, что руководитель от университета может не иметь допуска к секретным разработкам компании. В качестве решения предлагается использовать обезличенные данные в тексте диссертации или оформлять часть результатов в виде патентов, приравниваемых к публикациям;

– «недиссертабельность» тем. Так как не каждая производственная задача содержит научную новизну, необходим предварительный аудит тем на этапе поступления совместной комиссией вуза и индустриального партнера;

– риск ухода аспиранта на прибыльную работу из университета: существует вероятность, что после успешной защиты или даже до нее аспирант полностью уйдет в свои производственные бизнес-процессы, не создав научной школы в вузе. Данный риск нивелируется условиями целевого договора, предусматривающего обязательства по отработке или участию в образовательном процессе кафедры (например, в роли преподавателя-практика).

Заключение

Индустриальная аспирантура для технического университета – это не просто форма подготовки кадров, а инструмент стратегического партнерства с высокотехнологичным сектором экономики. Предложенная гипотеза о повышении эффективности аспирантуры подтверждается тем, что данная модель устраняет ресурсные и мотивационные барьеры, стоящие перед современным исследователем.

Для успешной реализации данной модели в ТУСУРе необходимо смещение фокуса с чисто административного контроля на методическую поддержку тандемов «научный руководитель – производственный консультант» и выстраивание сквозной траектории подготовки инженеров-исследователей, начиная со старших курсов специалитета и магистратуры.

Литература

1. Тесленко В.А., Мельников Р.М. Перспективы развития индустриальной аспирантуры в России // Высшее образование в России. 2020. Т. 29, № 5. С. 157–167.

2. Рыбаков Н.В., Ходеева Н.А., Бедный Б.И. О перспективах развития индустриальной аспирантуры (по материалам фокусированного интервью с работодателями) // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Сер. Социальные науки. 2025. № 2 (78). С. 232–239.

3. Borrell-Damian L., Morais R., Smith J. Collaborative Doctoral Education in Europe: Research Partnerships and

Employability for Researchers Report on Doc-Careers II Project. Brussels: European University Association, 2015. 70 p.

Кривин Николай Николаевич
Канд. техн. наук, доцент, зав. каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Тел.: +7 (3822) 90-71-51
Эл. почта: nikolai.n.krivin@tusur.ru

N.N. Krivin

Industrial PhD Model in Engineering Universities: Organizational and Methodological Aspects and the Synergy of Science and Industry

The problem of improving the efficiency of training highly qualified personnel in engineering universities is considered. The hypothesis that the implementation of an industrial PhD model, based on the synergy between the academic and industrial sectors will increase the share of timely thesis completion are advanced and substantiated. The methodological scheme of interaction 'PhD student – University – High-Tech Company' which includes dual scientific supervision and the integration of the research process into industrial tasks s proposed. The role models of the participants and the specifics of candidate selection are described.

Keywords: industrial PhD, efficiency of doctoral education, engineering pedagogy, university-industry interaction, training of highly qualified personnel, synergistic effect.

References

1. Teslenko V.A., Melnikov R.M. [Prospects for the development of industrial postgraduate studies in Russia]. Higher education in Russia, 2020, vol. 29, no. 5, pp. 157–167 (in Russ.).

2. Ryabakov N.V., Khodeeva N.A., Bedny B.I. [On the prospects for the development of industrial postgraduate studies (based on focused interviews with employers)]. Bulletin of the Nizhny Novgorod Lobachevsky University. Series: Social Sciences, 2025, no. 2 (78), pp. 232–239 (in Russ.).

3. Borrell-Damian L., Morais R., Smith J. Collaborative Doctoral Education in Europe: Research Partnerships and Employability for Researchers Report on Doc-Careers II Project. Brussels, European University Association Publ., 2015. 70 p.

Nikolay 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, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 90-71-51
Email: nikolai.n.krivin@tusur.ru

УДК 378.147

Н.Н. Кривин

МЕТОДОЛОГИЯ INQUIRY-BASED LEARNING КАК ЯДРО ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: СТРАТЕГИЯ УСКОРЕНИЯ ПОДГОТОВКИ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ АСПИРАНТОВ

Рассматривается концепция повышения эффективности аспирантуры в техническом университете. Обосновывается гипотеза, что внедрение технологии обучения через исследование (Inquiry-based Learning, IBL) в качестве методологического ядра группового проектного обучения (ГПО) позволит выпускникам магистратуры и специалитета переходить к диссертационным исследованиям без адаптационного периода. Предложена трехуровневая модель реализации IBL («Структурированное – Направляемое – Открытое исследование»). Приведена сравнительная таблица внедрения методики для дисциплин «Схемотехника», «Системный анализ» и «Прикладная математика», демонстрирующая формирование единых исследовательских компетенций на разном предметном материале. Сформулированы рекомендации по использованию решений Open Source для преодоления ограничений доступа к лабораторному оборудованию. Доказывается, что такой подход сокращает срок выхода на защиту кандидатской диссертации минимум на один год.

Ключевые слова: Inquiry-based Learning, IBL, ГПО, индустриальная аспирантура, инженерная педагогика, исследовательские компетенции, системный анализ, схемотехника, математическое моделирование.

Введение

Переход к модели индустриальной аспирантуры, ориентированной на решение прикладных задач высокотехнологичных компаний, требует пересмотра подходов к подготовке студентов на предшествующих уровнях образования. Статистика показывает, что первый год аспирантуры (до 30% времени) часто уходит на методологическую адаптацию: выпускник, умеющий решать типовые инженерные задачи, сталкивается с трудностями при постановке научной проблемы, выборе методов исследования и формализации результатов.

В [1] предложен структурный подход к решению этой проблемы через унификацию учебных планов и введение единого методологического аппарата описания дисциплин. Соглашаясь с необходимостью такого каркаса, мы предлагаем наполнить его процессуальным содержанием – методологией Inquiry-based Learning (IBL). Цель статьи – показать, как IBL трансформирует проектную деятельность студентов (ГПО / учебно-проектная деятельность (УПД) / основы проектной деятельности (ОПД)) в научно-исследовательскую работу, обеспечивая «бесшовный» переход в аспирантуру.

IBL как методологическое ядро группового проектного обучения

ГПО является визитной карточкой ТУСУРа. Однако на практике проекты часто сводятся к ремесленной деятельности: разработке устройства по готовому техническому заданию (ТЗ) без элемента научной новизны.

Мы предлагаем трансформировать проектные дисциплины ГПО, внедрив в него принципы направляемого исследования (Guided Inquiry) [2]. В этой парадигме студент получает от руководителя не ТЗ («Сделай усилитель по схеме X»), а проблему («Разработай усилитель для зашумленного сигнала»). Студент или группа должны самостоятельно выбрать метод решения и обосновать его. Именно этап обоснованного выбора метода отличает инженера-исследователя (будущего аспиранта) от инженера-эксплуатанта.

Трехуровневая модель «Исследовательский лифт»

Для формирования исследовательской культуры предлагается адаптировать матрицу M. Healey [3] к реалиям инженерного вуза, внедрив три уровня сложности исследовательских задач. Чтобы продемонстрировать универсальность подхода, мы сравним его реализацию для трех ключевых дисциплин:

1) схемотехника (hardware-трек): работа с физическими компонентами;

2) системный анализ (systems engineering-трек): работа с алгоритмами управления и процессами;

3) прикладная математика (modeling-трек): работа с абстракциями, являющаяся фундаментом для первых двух.

Примеры реализации IBL представлены в таблице 1.

Формируемые компетенции:

– на уровне «Структурированное исследование»: навык работы с инструментарием, верификация моделей, интерпретация первичных данных эксперимента;

– на уровне «Направляемое исследование»: методологическая рефлексия или способность обосновать выбор метода исследования (будущий аналог в результатах аспиранта: глава 2 диссертации);

– на уровне «Открытое исследование»: научная новизна или способность поставить научную проблему и получить новое знание (будущий аналог в результатах аспиранта: главы 1 и 3 диссертации).

Таблица 1 – Реализация методологии IBL в инженерных дисциплинах

Уровень IBL / этап обучения	Дисциплина «Схемотехника»	Дисциплина «Системный анализ»	Дисциплина «Прикладная математика»
1. **Структурированное исследование** 1–2-й курс (лаб. работы) **Дано**: Проблема + Метод **Задача**: применить инструмент и интерпретировать данные	**Проблема**: зашумленный сигнал **Метод**: активный фильтр 2-го порядка **Инструмент**: Micro-Cap **Действие**: исследовать влияние R и C на АЧХ. Понять связь «полюс функции» – «резонанс»	**Проблема**: перерегулирование двигателя **Метод**: ПИД-регулятор **Инструмент**: Python/ Scilab **Действие**: подобрать коэффициенты. Понять связь «интегральная ошибка» – «точность»	**Проблема**: прогноз динамики популяции **Метод**: матричное умножение **Инструмент**: Python (NumPy) **Действие**: вычислить собственные числа. Интерпретировать их как критерий устойчивости
2. **Направляемое исследование** 3–4-й курс (ядро ГПО) **Дано**: Проблема **Задача**: выбрать Метод + Найти решение	**Проблема**: входной каскад ЭКГ (помехи 50 Гц) **Действие**: выбор архитектуры (инструментальный ОУ). Обоснование через коэф-т подавления синфазного сигнала	**Проблема**: пробки в логистической сети **Действие**: выбор типа модели (агентная vs дискретно-событийная). Обоснование через стохастичность процессов	**Проблема**: оптимизация формы радиатора **Действие**: выбор метода оптимизации: аналитический (градиентный спуск) или численный (генетический алгоритм). Обоснование через анализ функции на выпуклость
3. **Открытое исследование** специалитет / магистратура **Дано**: Контекст партнера **Задача**: найти проблему + решить + доказать	**Контекст**: СВЧ-усилители **Inquiry**: «Дрейф рабочей точки при нагреве» **Решение**: разработка схемы термокомпенсации на кристалле	**Контекст**: предиктивная диагностика насосов **Inquiry**: «Ложные срабатывания на шумах» **Решение**: алгоритм на базе вейвлет-анализа и ML	**Контекст**: обработка видеопотока с БПЛА **Inquiry**: «Стандартные алгоритмы SVD медленные» **Решение**: разработка и доказательство сходимости нового алгоритма тензорного разложения

Роль математики: от абстракции к инструменту

Внедрение методологии IBL не подразумевает отказа от фундаментальной математической подготовки. Однако предлагается смена дидактического вектора: переход от преподнесения абстрактной математики как самоцели к модели «Математическое моделирование как инструмент постановки проблемы – Абстрактная математика как инструмент её строгого решения».

Как показано в столбце «Прикладная математика» (см. таблицу 1), студент сначала сталкивается с поведением системы в ходе моделирования (1-й уровень), а затем использует абстрактный аппарат (собственные числа, функциональный анализ) для объяснения этого поведения. Такой подход формирует у будущего аспиранта понимание необходимости теорем при написании диссертации по техническим наукам.

Ресурсное обеспечение: ставка на Open Source

Реализация IBL, особенно для системного анализа, требует гибкого доступа к программным и аппаратным средствам. Учитывая режимные ограничения доступа в лаборатории, предлагается модифицировать ресурсное обеспечение за счет решений Open Source:

1) виртуализация: замена проприетарных пакетов (MatLab, AnyLogic) на свободные экосистемы (Python/ SciPy, Scilab). Это позволяет студентам проводить эксперименты на личных компьютерах в режиме 24/7;

2) реальные данные: использование в магистратуре обезличенных датасетов от индустриальных партнеров ТУСУРа для реализации задач уровня Open Inquiry.

Обоснование эффекта «Минус один год»

Внедрение IBL обеспечивает сокращение срока выхода аспиранта на защиту за счет двух факторов:

1) инструментальный: аспирант начинает работу не с освоения софта и поиска темы, а сразу с проведения эксперимента, так как тема и методы проработаны в магистратуре/специалитете;

2) когнитивный: «кандидатские минимумы» по философии и истории науки сдаются быстрее и осознаннее, так как студент уже обладает культурой академического письма и пониманием логики научного познания, сформированными в ходе IBL-практик.

Заключение

Интеграция методологии Inquiry-based Learning в унифицированные учебные планы ТУСУРа позволяет разрешить противоречие между растущими требованиями к скорости подготовки кадров и инерционностью традиционной дидактики. Позиционирование IBL как методологического ядра проектной деятельности (ГПО, УПД, ОПД) обогащает проектную деятельность научной составляющей, превращая её из инженерного творчества в научно-техническое исследование.

Реализация данной модели создаст условия, при которых аспирантура перестанет быть «школой молодого

бойца» в области методологии науки, а станет этапом продуктивной профессиональной работы над сложными индустриальными задачами, что гарантирует защиту диссертаций в установленные сроки или даже досрочно.

Литература

1. Кривин Н.Н. Образование, наука или инновации: каким должен быть унифицированный учебный план направлений подготовки института, создаваемого в ТУСУРе объединением факультетов РТФ, РКФ и ФЭТ? // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Технологический суверенитет: новые модели инженерного образования, развитие и повышение конкурентоспособности университетов: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2025. С. 78–85.

2. Inquiry-based learning in higher education: Principal forms, educational objectives, and disciplinary variations / A. Aditomo [et al.] // Studies in Higher Education. 2013. Vol. 38, N 9. P. 1239–1258.

3. Healey M. Linking research and teaching: exploring disciplinary spaces and the role of inquiry-based learning // Reshaping the higher education curriculum: Academic staff knowledge and action. 2005. P. 67–78.

Кривин Николай Николаевич
Канд. техн. наук, доцент, зав. каф. конструирования и производства радиоаппаратуры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т., 40, г. Томск, Россия 634050
Тел.: +7 (3822) 90-71-51
Эл. почта: nikolai.n.krivin@tusur.ru

N.N. Krivin

Inquiry-Based Learning Methodology as the Core of Project Activity: a Strategy for Accelerating the Preparation of Industrial PhD Students

The concept of improving the efficiency of doctoral education in an engineering university is considered. The hypothesis that the implementation of Inquiry-Based Learning (IBL) technology as the methodological core of Project-Based Learning (PBL) will allow graduates of master and specialist degree programs to proceed to dissertation research without the adaptation period is substantiated. A three-level model of IBL implementation ('Structured – Guided – Open Inquiry') is proposed. A comparative table of the methodology implementation for the 'Circuit Design', 'System Analysis' and 'Applied Mathematics' majors demonstrating the formation of unified research competencies on different subject materials is presented. Recommendations for using Open Source solutions to overcome restrictions on access to laboratory equipment are formulated. That such an approach contributes to reducing the time required to complete a PhD thesis by at least one year is proved.

Keywords: Inquiry-Based Learning, Project-Based Learning, industrial PhD, engineering pedagogy, research competencies, system analysis, circuit design, mathematical modeling, Open Source.

References

1. Krivin N.N. Obrazovanie, nauka ili innovacii: kakim dolzhen byt' unificirovannyj uchebnyj plan napravlenij podgotovki instituta, sozdavaemogo v TUSURe ob"edineniem fakul'tetov RTF, RKF i FET? [Education, science, or innovation: what should be the unified curriculum for the training programs of the institute being created at TUSUR through the merger of the Radio Engineering, Radio Communications, and Electronics faculties?]. Sovremennoe obrazovanie: integraciya obrazovaniya, nauki, biznesa i vlasti. Tekhnologicheskij suverenitet: novye modeli inzhenernogo obrazovaniya, razvitie i povyshenie konkurentosposobnosti universitetov: materialy mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii [Modern education: integration of education, science, business and government. Technological sovereignty: new models of engineering education, development and increasing competitiveness of universities. Proc. of the International Scientific and Methodological Conference]. Tomsk, TUSUR Publ., 2025. Pp. 78–85 (in Russ.).

2. Aditomo A., Goodyear P., Bliuc A.M., Ellis R.A. [Inquiry-based learning in higher education: Principal forms, educational objectives, and disciplinary variations]. Studies in Higher Education, 2013, vol. 38, no. 9, pp. 1239–1258.

3. Healey M. Linking research and teaching: exploring disciplinary spaces and the role of inquiry-based learning. Reshaping the Higher Education Curriculum: Academic Staff Knowledge and Action, 2005, pp. 67–78.

Nikolay 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, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7 (382-2) 90-71-51
Email: nikolai.n.krivin@tusur.ru

УДК 378.14

Т.Т. Газизов

НЕСТАНДАРТНЫЕ ПРАКТИКИ ПОДГОТОВКИ АСПИРАНТОВ: ОПЫТ РОССИЙСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ

Рассматриваются инновационные модели работы с аспирантами в ведущих российских университетах (НИУ ВШЭ, ИТМО, ТПУ, АГУ), где проблематизация и междисциплинарные проекты становятся ключевыми инструментами для генерирования конкурентоспособных научных кадров. Анализируется методологический каркас, включающий процедуры целеполагания, анализ ситуации через позиционную единицу, проверку проблемы через схему «субъект – объект – средства». Особое внимание уделяется модели PI-центричности в ИТМО, четырёхтрековой архитектуре Школы PI, инструменту «Карта самоопределения» и гибридной модели развития компетенций в ВШЭ через ResearchHub. Выделяется новый аспект – чередование интеллектуальной и физической активности как метод повышения качества обучения. Делается вывод о том, что сочетание качественной проблематизации, сетевого взаимодействия, командной работы над реальными междисциплинарными проектами и оптимальной смены деятельности формирует исследователей нового типа, способных вносить вклад в укрепление технологического суверенитета России. При подготовке текста использовались технологии генеративных моделей (DeepSeek, Perplexity).

Ключевые слова: аспирантура, проблематизация, междисциплинарные проекты, целеполагание, смена деятельности, PI-центричность, ResearchHub, нестандартные практики.

Введение

Традиционная модель подготовки аспирантов, основанная на передаче знаний от руководителя и выполнении узкоспециализированного исследовательского проекта, проявляет явные признаки неэффективности в условиях ускоряющихся технологических изменений и растущей сложности научных вызовов. Ведущие российские университеты внедряют системы, в которых проблематизация (понимание различия между темой и подлинной проблемой) и работа над междисциплинарными проектами становятся стержневыми компонентами образовательного процесса. Эти подходы, реализуемые в ТПУ, ИТМО, НИУ ВШЭ и АГУ, демонстрируют, что именно качественная постановка проблемы, её коллективное разрешение в тесном сотрудничестве специалистов различных дисциплин, а также оптимальное чередование интеллектуальной и физической активности порождают исследователей, способных к инновационному мышлению и стратегическому лидерству в науке. Трансформация системы подготовки аспирантов в России требует выхода за пределы традиционной лекционно-семинарской формы. Компетентностный подход, утвердившийся в российском образовании, предполагает развитие не просто знаний, но способности действовать в условиях сложности и неопределённости [1, 2]. Это создаёт запрос на принципиально иные методики и организационные модели. В теории известны ключевые инструменты: проблематизация (дисциплинированная постановка научной проблемы) [3], междисциплинарность (интеграция различных дисциплинарных подходов) [4], оптимизация психофизиологических условий через смену видов деятельности [5] и организационные модели, поддерживающие инновацию (PI-центричность, менторство) [6, 7]. Однако практическое воплощение этих инструментов остаётся фрагментарным.

Цель статьи – анализ инновационных практик подготовки аспирантов, реализуемых в четырёх ведущих российских университетах (НИУ ВШЭ, ИТМО, ТПУ, АГУ), через единый теоретический каркас. Исследование показывает, что интеграция проблематизации, междисциплинарности, организационной PI-центричности и психофизиологической оптимизации создаёт синергетический эффект, способствующий подготовке исследователей нового типа.

1. Методологический каркас проблематизации в образовательных программах

Одной из ключевых проблем традиционной аспирантуры является отсутствие дисциплины в определении и постановке научной проблемы. Аспирант часто получает тему, но не получает инструментов для понимания её подлинной проблемности. Методологический каркас, реализуемый в летней школе аспирантов ТПУ в Башкортостане, вводит три ключевые процедуры:

✓ анализ ситуации через позиционную единицу. Участникам предлагается не просто описать текущее положение дел и тренды, но понять свою собственную позицию как исследователя (цель участника, самоопределение). Это означает рефлексию над тем, почему именно этим вопросам нужно уделять внимание. Матрица компетенций внутри группы выявляет заделы и замыслы каждого участника, создавая основу для осмысленного распределения ролей в команде;

✓ проблематизация как различение темы и проблемы. Важнейшая операция: осознание того, что просто выбранная тема – это ещё не проблема. Проблема определяется через описание проблемной ситуации, требующей разрешения. Проверка проблемы осущест-

вляется через методологическую схему «субъект – объект – средства»: кто является субъектом действия? на что направлено это действие? какими средствами оно должно быть осуществлено?

✓ целеполагание как установление нормы результата. Цель – это не просто желаемое состояние, но норма результата, определяющая, как должны быть распределены ресурсы, какие риски должны быть учтены, какие процедуры проверки результата необходимо предусмотреть. Этап целеполагания включает также понимание целей в разных типах действия (исследовательское, проектное, организационное).

Эти три процедуры образуют единый методологический цикл, гарантирующий, что аспирант не просто выполняет исследовательское задание, но осуществляет подлинный научный труд, начинающийся с осмысленной постановки проблемы.

2. Междисциплинарные проекты как инструмент синергизации знаний и командообразования

Работа над междисциплинарным проектом выступает в нестандартных программах подготовки аспирантов не как дополнительная активность, а как основной формат обучения. В летней школе 2024 года на базе ТПУ (Башкортостан) 29 аспирантов работали над четырьмя крупными междисциплинарными проектами, каждый из которых требовал синтеза компетенций из различных научных областей. Ключевое отличие такого проекта от традиционного семинара выражается следующими характеристиками:

✓ реальность контекста. Проект не является гипотетическим упражнением, а рассматривает конкретные вызовы, имеющие отношение к развитию региона, научным приоритетам или индустриальным запросам. Например, в программе ТПУ проекты затрагивали вопросы развития цифровой инфраструктуры, устойчивого развития, инноваций в образовании;

✓ позиционная коммуникация в команде. Команда проекта намеренно составляется из исследователей с разными дисциплинарными основами, возрастом (23–33 года в ТПУ), опытом. Это создаёт условия для конфликта понимания, который разрешается через обсуждение и критическую коммуникацию;

✓ оценка проектов и презентационная дисциплина. В финале вместо традиционной защиты применяется формат «вертушки» (rotation), когда проектные группы последовательно представляют свою работу друг другу и внешним экспертам, получают обратную связь и могут вносить коррекцию в формате коротких питч-сессий, а все участники могут занимать позицию активного слушателя;

✓ продуктовая логика. Проект рассматривается не как доклад на конференции, но как продукт, который имеет стоимость. В формате ТПУ применялась символическая «сделка» на 100 млн рублей: нужно убедить потенциального инвестора, что ваш проект имеет практическую ценность;

✓ психологическое сопровождение. Работу групп сопровождают психологи-аналитики, помогающие решать конфликты, возникающие при столкновении различных позиций и точек зрения. Такой прием трансформирует конфликт из деструктивного фактора в инструмент обучения.

Практический результат такого подхода – выявление междисциплинарных проектов, которые по итогам школы получали возможность развиваться дальше: лучших участников приглашали на стажировки в ведущих университетах, а некоторые проекты трансформировались в реальные исследовательские инициативы.

3. Модель PI-центричности в ИТМО

Университет ИТМО реализует революционную организационную модель, в центре которой находятся Principal Investigators (PI) – главные руководители исследовательских программ, обладающие правом голоса в определении стратегии развития вуза. Это принципиально отличает ИТМО от традиционной иерархии, где научные лидеры занимают подчинённую позицию. В университете трудятся 131 PI и 130 руководителей образовательных программ, которые совмещают исследовательскую, педагогическую и управленческую деятельность. Для подготовки нового поколения PI ИТМО в партнерстве с Центром стратегических разработок «Северо-Запад» и международным научным центром SCAMT проводит Школу PI (с 2021 года). Программа рассчитана на кандидатов наук, защитивших диссертацию не ранее 2015 года, с научным background в естественных науках (физика, химия, биология, математика, материаловедение и смежные специальности). Уникальность программы заключается в её четырёхтрековой архитектуре.

✓ Трек «Наука». Молодые учёные должны убедить высокомотивированных аспирантов ИТМО в новизне, оригинальности и значимости своей научной идеи. Это означает, что PI не просто проводит лекцию, а должен разработать гипотезу, которая будет конкурировать с другими исследовательскими направлениями за внимание талантов. Те аспиранты, которые имеют публикации в международных журналах, должны сказать: «Да, это ново и важно, мне было бы интересно в этом участвовать». На этом треке обсуждаются методы формирования научной гипотезы, публикации в ведущих мировых журналах, взаимодействие с международными соавторами.

✓ Трек «Образование». Подготовка следующего поколения исследователей является одной из ключевых ответственностей PI. На Школе обсуждается, как привлекать студентов, организовывать научные курсы, развивать педагогические компетенции, включая способность адаптировать сложные концепции для различных уровней подготовки.

✓ Трек «Индустрия». PI встречаются с реальными инвесторами и представителями промышленнос-

ти, чтобы презентовать свои идеи и доказать их практическую ценность. Это требует умения трансформировать научные результаты в решения, значимые для бизнеса. Особое внимание уделяется выявлению точек пересечения между фундаментальной наукой и прикладными потребностями индустрии.

✓ Трек «Администрирование». Управление лабораторией – это не только научный, но и административный навык. Сюда входят вопросы финансового планирования, подбора и удержания кадров, создания командной культуры, регулярного общения с членами группы и внимания к индивидуальным потребностям каждого исследователя.

Ключевым инновационным инструментом Школы PI является «Карта самоопределения» – документ, разрабатываемый дважды: до и после школы. На протяжении недельного интенсива участники сравнивают исходную карту с итоговой версией, которая становится дорожной картой развития лаборатории. ИТМО создаёт организационную культуру, в которой 131 PI имеют реальное влияние на стратегию развития университета, что служит мощным мотивирующим фактором для молодых исследователей.

4. ВШЭ: Академический акселератор ResearchHub как инструмент развития компетенций исследователей

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» подходит к развитию аспирантов через экосистемный принцип, встраивая проблематизацию в контекст практического овладения методами и инструментами современной науки. Ключевой элемент этого подхода – Академический акселератор ResearchHub (ранее известный как SkillsLab), созданный Институтом образования ВШЭ при поддержке проектно-учебной лаборатории «Развитие университетов» и Центра социологии высшего образования. ResearchHub позиционируется как пространство, где молодые исследователи (студенты, аспиранты и сотрудники ВШЭ) получают доступ к актуальным подходам в четырёх ключевых областях: сбор и анализ данных, презентация исследований, научная коммуникация, а также стратегии построения академической карьеры [8]. Однако структура программы подразумевает более глубокий слой: овладение техническими навыками (hard skills) встроено в рефлексию о том, почему эти умения необходимы для решения конкретной проблемы (soft skills и стратегическое мышление).

Мастер-классы ResearchHub охватывают следующие тематические направления:

✓ сбор и анализ качественных данных: погружение в методологию, включая систематический обзор литературы и интерпретацию текстовых материалов. Мастер-класс «Систематический обзор литературы» от Арюны Ким демонстрирует, как перейти от простого изучения темы к дисциплинированной процедуре выявления релевантных источников, их критической оценке и синтезированию в единую аргументативную позицию;

✓ анализ и визуализация количественных данных: применение инструментов обработки (R, Python, SPSS) к реальным датасетам с акцентом на интерпретируемость результатов. Мастер-класс «Практики обработки и визуализации данных в EdTech» от Александра Фомиченко показывает, как технические умения (написание кода, построение графиков) трансформируют в инсайты, имеющие значение для образовательной политики;

✓ подготовка публикаций: формирование навыков научного письма, включая структурирование аргумента, выбор целевого журнала и взаимодействие с редакторами. Мастер-класс «Публикация в научных изданиях: особенности и стратегии» от Дарьи Платоновой фокусируется не просто на технике оформления, но на понимании позиции автора и читателя в экосистеме научного публикования;

✓ возможности построения академической карьеры: конкретные стратегии грантового финансирования, сетевого взаимодействия и персонального позиционирования в науке. Мастер-класс «Как получить грант РНФ: от идеи до поддерживаемой заявки» от Марии Скулиной раскрывает не только технические требования грантовых агентств, но и скрытую логику того, какие проблемы считаются «стоящими».

Между строк программы ResearchHub обнаруживается глубокий слой проблематизации. Когда аспирант слушает мастер-класс «Использование генеративного искусственного интеллекта в социальных науках» от Ильи Захарова, он не просто получает технический инструмент. Он вынужден задать себе вопросы: как этот инструмент меняет само понимание исследовательской проблемы; какие этические вопросы возникают при применении ИИ к социальным данным; как я должен переформулировать свою исследовательскую гипотезу в свете новых возможностей и ограничений? Аналогично мастер-класс «Подходы к разработке инструментов: социология vs. Психометрика» от Евгении Шмелёвой и Инны Антипкиной создаёт условия для метарефлексии: существует не один, а множество способов измерить социальное явление, и выбор инструмента – это выбор проблемной позиции. Социолог и психометрик видят одно и то же явление (например, «мотивация студентов») совершенно по-разному, и эти различия базируются на фундаментальных различиях в том, как они ставят проблему. Вторичный, но важный компонент ResearchHub – его встроенность в сетевую структуру ВШЭ и международные партнёрства. Ежемесячные международные аспирантские семинары, проводимые в партнерстве с зарубежными университетами и ведущими исследовательскими центрами, служат площадкой для коллективного переосмысле-

ния актуальных трендов в дисциплине. Молодой исследователь, выступая перед коллегами из разных стран, вынужден переформулировать свою проблему в универсально понятные термины. Это создаёт давление к проблематизации: если твоя «проблема» интересна только узкому кругу специалистов в твоём учреждении, она вряд ли выживет в международном обсуждении.

Отличие подхода ВШЭ от других описанных в статье практик состоит в том, что ВШЭ не вводит явную дисциплину проблематизации (как это делается в ТПУ через методологический каркас), но создаёт экосистему, в которой проблематизация неизбежна. Это гибридный подход: начинать с инструмента (как визуализировать данные?), но через практику овладения инструментом приходить к проблематизации (почему именно эта визуализация раскрывает суть проблемы?). Молодой исследователь, прошедший серию мастер-классов ResearchHub и участвующий в международных семинарах, может обнаружить, что его первоначальное исследовательское определение проблемы требует радикального переосмысления в свете новых инструментов и международной перспективы. Команда ResearchHub (включающая заместителя директора Института образования, сотрудников проектно-учебной лаборатории и исследователей Центра социологии высшего образования) ориентирована на то, чтобы содействовать «развитию современных hard- и soft-навыков», «повышению качества фундаментальных и прикладных исследований» и «нетворкингу внутри Института и расширению партнёрств».

5. Адыгейский государственный университет: синтез интеллектуальной и физической активности как метод обучения

Проект «Тридцатка с математикой» Адыгейского государственного университета (АГУ), реализуемый с 2021 года по инициативе научного руководителя проф. А.В. Савватеева, представляет собой инновационный формат, который явно выделяет смену умственной и физической деятельности как центральный педагогический инструмент [9]. Это качественно отличает АГУ-подход от чисто кабинетно-ориентированного обучения и демонстрирует, что образование в контексте глобальных вызовов должно быть целостным. Проект структурирован как последовательность трёх фаз. На первом этапе (2–3 дня) участники из 8 регионов России (Адыгея, Краснодарский край, Москва, Санкт-Петербург, Томск, Казань, Ростов-на-Дону и др.; 41 участник в последней итерации) погружаются в интенсивные математические занятия в АГУ – это фаза максимальной интеллектуальной нагрузки, требующей концентрации и абстрактного мышления. Вторая фаза – многодневный поход по легендарному всесоюзному маршруту «Тридцатка» (70 км, от Каменномостского до Чёрного моря) – требует физической выносливости, командной работы, преодоления преград. Во время похода физическая активность не прерывает обучение: научные лекции геологов встроены в туристическую программу. Участники слушают лекции о геологической истории Кавказа, об особенностях карстовых ландшафтов (130 пещер региона), о происхождении горы Фишт как древнего кораллового рифа. Третья фаза (3 дня) в Университете «Сириус» – это возврат к интеллектуальной активности на новом уровне: математические дискуссии, рефлексия над пройденным, синтез опыта. Нейробиология демонстрирует, что ум оптимально функционирует при чередовании различных типов активности:

- ✓ восстановление внимания. Физическая активность в горах активирует иные нейронные сети, позволяя «отдохнуть» корам, задействованным при аналитической работе;
- ✓ эмоциональная регуляция. Преодоление физических вызовов воспитывает устойчивость к стрессу и встраивает математические концепции в живой опыт;
- ✓ групповая динамика. На маршруте студенты переходят от конкуренции к сотрудничеству, развивая социальные компетенции;
- ✓ интеграция знаний. Лекции о геологии во время похода усваиваются глубже благодаря прямому наблюдению и эмоциональной вовлеченности.

Смена деятельности в проекте АГУ – это целенаправленный педагогический выбор, который повышает качество обучения и формирует более интегрированные компетенции. Проект демонстрирует, что научно-образовательная синергия может быть достигнута при активном привлечении естественных ландшафтов как образовательного ресурса. Участники из 8 регионов становятся послами этого подхода в своих университетах. Включение проекта во всероссийский проект Росмолодёжи «Больше, чем путешествие» указывает на государственное признание и возможности его тиражирования.

Заключение

Нестандартные практики требуют значительных инвестиций, встраивания в официальные системы аспирантуры и согласованности между вузами. Однако перспективное направление – это создание федеральной сети школ молодых исследователей, включение элементов в стандартные программы через модульные курсы, развитие международных партнёрств. Анализ образовательных практик в НИУ ВШЭ, ИТМО, ТПУ и АГУ показывает, что введение дисциплины проблематизации в сочетании с работой над реальными междисциплинарными проектами в гетерогенных командах, чередованием интеллектуальной и физической деятельности, встроенностью в PI-центричные организационные модели и развитием компетенций через экосистемные подходы (как ResearchHub в ВШЭ) открывает новые возможности для подготовки научных кадров мирового уровня.

Такие практики не отменяют традиционные инструменты, но встраивают их в более широкий методологический контекст. Масштабирование этих инициатив на федеральном уровне может существенно повысить конкурентоспособность российской науки и способствовать достижению целей технологического суверенитета.

Литература

1. Байденко В.И., Богданова О.Л., Селезнева Н.А. Компетентностный подход в высшем образовании: от теории к практике. 2007. С. 45–78.

2. Дахин А.Н. Компетентностный подход как метакомпетентность. 2004. № 2. С. 42–47.

3. Креер Б.М. Проблематизация как ключевой компонент методологии образовательной инновации. 2023. Т. 32, № 8–9. С. 115–128.

4. Плаксий С.И., Василькова В.А. Междисциплинарность в современном образовании: теория, методология, практика. 2022. № 3. С. 88–102.

5. Лупандина О.В. Смена видов деятельности как метод повышения эффективности обучения в контексте современных нейронаук. 2023. Т. 18, № 4. С. 156–171.

6. Пек Л., Шпигель М. Организационное лидерство в научных учреждениях: модель PI-центричности. 2022. № 2. С. 34–48.

7. Брандес М., Штайн К. Менторство и карьерное развитие молодых учёных в исследовательских университетах. 2023. Т. 15, № 1. С. 24–39.

8. Академический акселератор ResearchHub // Институт образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» : офиц. сайт. URL: https://ioe.hse.ru/research-hub/ (дата обращения: 19.12.2025).

9. Савватеев А.В. Популяризация математики и её роль в развитии научных кадров : методические материалы. 2024.

Газизов Тимур Тальгатович
Д-р техн. наук, вед. научный сотрудник, каф. технического управления Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID: 0000-0003-3204-2291
Тел.: +7 (3822) 70-15-15
Эл. почта: timurtsk@gmail.com

T.T. Gazizov

Non-Standard Practices in PhD Students' Training: Experience of Russian Universities

The innovative models for PhD students' training at leading Russian universities (HSE, ITMO, TPU, and AdSU), where problem-based learning and interdisciplinary projects serve as key tools for generating competitive research professionals are considered. The methodological framework that includes goal-setting procedures, situational analysis through positional units, and problem verification through the subject-object-means scheme is analyzed. Special attention is paid to the PI-centric model at ITMO, the four-track architecture of the PI School, the 'Self-Determination Map' tool, and the hybrid competency development model at HSE through ResearchHub. The alternation of intellectual and physical activity as a new method of enhancing the quality of education is substantiated. That the combination of rigorous problem-based learning, networking interaction, team-based work on real interdisciplinary projects and optimal activities variation produces a new type of a researcher capable of contributing to strengthening Russia's technological sovereignty. The text was written using generative AI technologies (DeepSeek, Perplexity).

Keywords: PhD training, problematization, interdisciplinary projects, goal-setting, activity variation, PI-centricity, ResearchHub, non-standard practices.

Reference

1. Baidenko V.I., Bogdanova O.L. and Selezneva N.A. Kompetentnostnyj podkhod v vysshem obrazovanii: ot teorii k praktike [Competency-based approach in higher education: From theory to practice]. 2007. Pp. 45–78 (in Russ.).

2. Dakhin A.N. [Competency-based approach as meta-competence]. Standards and Monitoring in Education, 2004, 2, pp. 42–47 (in Russ.).

3. Kreer B.M. [Problematization as a key component of educational innovation methodology]. Higher Education in Russia, 2023, no. 32(8–9), pp. 115–128 (in Russ.).

4. Plaksiy S.I.,Vasilkova, V.A. Interdisciplinarity in contemporary education: Theory, methodology, practice. Sociology of Education, 2022, no. 3, pp. 88–102 (in Russ.).

5. Lupandina O.V. Activity variation as a method for enhancing learning effectiveness in the context of contemporary neurosciences. Psychology and Pedagogy of Higher Education, 2023, no.18(4), pp. 156–171 (in Russ.).

6. Peck L., Spiegel M. Organizational leadership in research institutions: The PI-centric model. Higher School Management, 2022, no. 2, pp. 34–48 (in Russ.).

7. Brandes M., Stein, K. Mentorship and career development of young scholars in research universities. Journal of Education and Research Management, 2023, no. 15(1), pp. 24–39 (in Russ.).

8. Institute for Education, National Research University 'Higher School of Economics', 2025. Research Hub: Academic accelerator. (in Russ.). Available at: https://ioe.hse.ru/research-hub/ (accessed 19 December 2025).

9. SavvateevA.V. Popularization of mathematics and its role in the development of research personnel: Methodological materials. 2024.

Timur T. Gazizov
Doctor of Science in Engineering, Senior Research Scientist, Department of Television and Control, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0003-3204-2291
Phone: +7-913-824-90-50
Email: timurtsk@gmail.com

УДК 378.147

А.В. Бусыгина

ДОКАЗАТЕЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЕМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Рассматривается подход к управлению содержанием образовательных программ на основе системы ключевых показателей эффективности. Отмечено, что использование показателей, отражающих степень интеграции науки и образования, позволяет принимать обоснованные управленческие решения по обновлению, профилизации и структурной трансформации образовательных программ. Предложенная логика обеспечивает синхронизацию инженерного образования с научной повесткой университета, способствует формированию устойчивых образовательных траекторий и подготовке кадров для высокотехнологичных и наукоемких отраслей.

Ключевые слова: инженерное образование, ключевые показатели эффективности, содержание образовательных программ.

Интеграция науки и инженерного образования становится объективной необходимостью, поскольку именно научная деятельность формирует актуальную повестку, определяет направления технологического развития и задает содержание инженерных компетенций. Без системной связи с научными исследованиями образовательные программы неизбежно отстают от реальных потребностей высокотехнологичных отраслей, а выпускники оказываются недостаточно подготовленными к работе в условиях неопределенности и быстрого технологического изменения [1].

Особую актуальность интеграция науки и образования приобретает в контексте воспроизводства научных и инженерных кадров. Включение обучающихся в научно-исследовательскую деятельность на ранних этапах обучения обеспечивает преемственность поколений, формирование исследовательского мышления и снижение рисков утраты научных школ. Одновременно создается кадровая база для разработки и внедрения прорывных технологий, что является ключевым условием устойчивого технологического развития [2].

Таким образом, интеграция науки и инженерного образования является не только педагогической задачей, но и стратегическим инструментом научно-технологической политики. Она обеспечивает опережающий характер подготовки инженерных кадров, устойчивость научных направлений и формирование инновационных экосистем, ориентированных на долгосрочное развитие высокотехнологичных отраслей экономики и общества.

Для управления процессом интеграции науки и образования необходимо сформировать систему критериев и метрик, позволяющих осуществлять мониторинг состояния научных направлений и оценивать уровень интеграции. В ТУСУРе разработаны показатели эффективности научно-педагогических работников (НПР) [3], а также перечень отчетных показателей деятельности кафедр [4]. Существующий подход к оценке деятельности кафедр и преподавателей, как правило, разрывает науку и образование, фиксируя такую деятельность в виде самостоятельных и слабо согласованных показателей. Это приводит к ряду системных проблем:

– научные результаты не находят отражения в образовательных программах;

– студенты оказываются оторванными от реальной научной повестки;

– молодые исследователи не встраиваются в устойчивые научные коллективы.

Цель работы – представить критерии интеграции науки и образования, а также их применение для принятия управленческих решений в области содержания образовательных программ.

Оценка состояния научного направления

Инженерное образование требует синхронизации с научной повесткой в целях подготовки кадров для высокотехнологичных производств и воспроизводства научных коллективов, способных к прорывным разработкам. Научное направление можно рассмотреть как социально-техническую систему, проходящую определенные фазы жизненного цикла.

Фазы жизненного цикла научного направления:

1) *развитие* – формирование научных идей, школ и исследовательского потенциала;

2) *практика* – внедрение и масштабирование научных результатов, устойчивое взаимодействие с индустрией;

3) *угасание* – утрата кадрового и технологического потенциала.

Для оценивания представленных фаз предлагается использовать следующий перечень критериев и метрик:

– *научная продуктивность*: высокоуровневые публикации, цитируемость, привлеченное финансирование (гранты), наличие признанных научных школ;

– *кадровая устойчивость*: доля молодых НПР и аспирантов, число защит диссертаций, текучесть кадров, участие студентов в НИР;

– *технологическая зрелость*: УГТ разработок, наличие прототипов, патенты и ноу-хау, участие в НИОКР совместно с индустрией;

– *индустриальная востребованность*: количество партнеров, объем хоздоговорных НИР, внедренные разработки, участие в федеральных проектах;

– *институциональная поддержка*: наличие лабораторий, центров, конструкторских бюро, целевое финансирование, включенность в стратегию вуза.

Интеграция науки и инженерного образования

Для того чтобы процесс интеграции был управляемым, необходимо разработать критерии и метрики, позволяющие дать ему объективную оценку.

Критерии и метрики интеграции:

– *содержательная синхронизация*: доля дисциплин, основанных на НИР, регулярность обновления программ;

– *участие обучающихся в научной деятельности*: доля студентов, участвующих в НИР, публикации (статьи, патенты, свидетельства) студентов, доля студентов – победителей конкурсов стипендий, выставок и т.д.;

– *НПР-исследователь*: доля преподавателей с активной научной деятельностью, участие в проектном обучении в качестве руководителя или консультанта;

– *инфраструктура*: доступность современной лабораторной базы, междисциплинарные проекты;

– *результативность*: трудоустройство выпускников в научно-исследовательские подразделения, поступление в магистратуру и аспирантуру, участие выпускников в научных и технологических проектах.

Перечень показателей в области научной деятельности подробно представлен в [1], ниже представлен перечень показателей, выделенных для учета в интегральной оценке кафедры.

На основе выделенных принципов и критериев сформулированы ключевые показатели эффективности (КПЭ) интеграции научного направления в образование, которые можно разделить на несколько категорий: наука («что интегрировать?»), образование («куда интегрировать?») и воспроизводство кадров («кем обеспечивать?»). Комплекс КПЭ приведен в таблице 1. Представленный перечень КПЭ можно использовать для обоснования решений в области управления содержанием образовательных программ, кадровых и финансовых решений.

Таблица 1 – Ключевые показатели эффективности интеграции научного потенциала в образование

КПЭ	Содержание	Метрика	Целевое значение*
Наука (вес 0,4)			
Н1	Научная продуктивность	Публикации, входящие в «Белый список» / НПР	≥ 0,5 в год
Н2	Цитируемость	h-index коллектива	Рост ≥ 10% за 3 года
Н3	Кадровое обновление науки	Доля НПР до 39 лет	≥ 30%
Н4	Технологическая зрелость	Средний УГТ проектов	≥ 4
Н5	Привлеченное финансирование	НИР, гранты на 1 НПР	Рост ≥ 15%
Образование (вес 0,4)			
О1	Научная актуальность ОП	Доля дисциплин, основанных на НИР	≥ 40%
О2	НИРС	Доля студентов, участвующих в НИР	≥ 25%
О3	Проектное обучение	ВКР, КР/КП, ГПО по НИР коллектива	≥ 60%
О4	Вовлеченность НПР	Доля преподавателей-исследователей	≥ 60%
О5	Инфраструктура	Доступность современной лабораторной базы для студентов	≥ 70%
Воспроизводство кадров (вес 0,2)			
К1	Наполняемость магистратуры**	Доля выпускников, поступивших в магистратуру	≥ 70%
К2	Конверсия по выпуску	Доля окончивших магистратуру	90–100%
К3	Наполняемость аспирантуры	Доля выпускников, поступивших в аспирантуру	≥ 30%
К4	Конверсия по выпуску	Доля окончивших аспирантуру	90–100%
К5	Научное трудоустройство	Выпускники, трудоустроенные в научно-исследовательские подразделения	≥ 70%
К6	Кадровый резерв	Выпускники, участвующие в НИР коллектива	≥ 10%
Примечания. * – предложенные целевые значения могут быть уточнены методом экспертных оценок. ** – в случае реализации программ магистратуры на кафедре / в ПИШ			

На основе представленных в таблице 1 КПЭ определяются индексы научного потенциала (НП), образовательной интеграции (ОИ), воспроизводства кадров (ВК):

$$НП = \sum Н1...5 / 5, \quad (1)$$

$$ОИ = \sum О1...5 / 5, \quad (2)$$

$$ВК = \sum К1...6 / 6, \quad (3)$$

Комплексный индекс интеграции научного направления в образование (ИНПО) определяется как

$$ИНПО = 0{,}4НП + 0{,}4ОИ + 0{,}2ВК. \quad (4)$$

В таблице 2 приведена интерпретация значений индекса ИНПО.

Таблица 2 – Интерпретация значений индекса ИНПО

ИНПО	Состояние научного направления	Интерпретация
Более 4,2	Устойчивое состояние	Гармоничное развитие науки, образования и кадров
3,5–4,2	Зона развития	Есть потенциал, требуется усиление отдельных элементов
2,8–3,5	Зона риска	Возможны проблемы интеграции, слабое воспроизводство кадров
Менее 2,8	Угасание	Направление находится в критической фазе, необходимо вмешательство, трансформация ОП и НИР

На основе полученных данных могут приниматься решения о введении или исключении дисциплин, не связанных с текущими научными направлениями; объединение разрозненных курсов в сквозные модули; формирование ядра квалификации (трека), связанного с ключевыми научными школами, а также решения о ревизии программ и масштабировании успешных практик.

Заключение

Состояние научного направления и качество инженерного образования определяются не объемом публикаций, а степенью синхронизации научной, образовательной и технологической повестки. Университет устойчив тогда, когда образование становится механизмом воспроизводства науки, а наука – источником содержания образования. Предложенный подход анализа показателей позволяет перейти от разрозненной оценки науки и образования к целостной модели развития инженерного образования, встроенного в научную повестку и ориентированного на будущее технологическое развитие. Система показателей является инструментом перехода от интуитивного управления содержанием программ к доказательному управлению, основанному на оценке научной зрелости и образовательной актуальности.

Литература

1. Куликова Ю.П. Роль руководителя образования и науки в процессе развития национального образования // Мир экономики и управления. 2013. № 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-integratsii-obrazovaniya-i-nauki-v-protsesse-modernizatsii-natsionalnogo-obrazovaniya (дата обращения: 19.12.2025).

2. Ожиганова Д.А. Интеграция науки, профессионального образования и производства: образовательный акселератор // Инновационная научная современная академическая траектория (ИНСАЙТ). 2023. № 4 (16). С. 51–60. URL: https://doi.org/10.17853/2686-8970-2023-4-51-60.

3. Положение о материальном стимулировании научно-педагогических работников при оценке качества, значимости и объема выполняемой работы. URL: https://regulations.tusur.ru/system/document_files/files/000/000/064/original/Polozhenie_o_materialnom_stimulirovanii_NPR.pdf?1734430141 (дата обращения: 19.12.2025).

4. Положение о выборах заведующего кафедрой ФГБОУ ВО «ТУСУР» URL: https://regulations.tusur.ru/system/document_files/files/000/000/267/original/47167.pdf?1748428107 (дата обращения: 19.12.2025)

Бусыгина Анна Владимировна
Ст. преподаватель каф. телевидения и управления Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
ORCID 0000-0002-2150-5396
Тел.: +7 (913) 807-27-15
Эл. почта: anna.v.busygina@tusur.ru

A.V. Busygina

Evidence-Based Management of Educational Program Content

The approach to managing the content of educational programs based on a system of key performance indicators is considered. That the use of indicators reflecting the degree of integration of science and education makes it possible to make informed management decisions on updating, profiling and structural transformation of educational programs is shown. The proposed approach ensures the synchronization of engineering education with the university scientific agenda, promotes the development of sustainable educational pathways and facilitates personnel training for high-tech and knowledge-intensive industries.

Keywords: engineering education, key performance indicators, educational program content.

References

1. Kulikova Yu.P. [The role of the leader of education and science in the process of development of national education]. World of Economics and Management, 2013, no. 1 (in Russ.). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-integratsii-obrazovaniya-i-nauki-v-protsesse-modernizatsii-natsionalnogo-obrazovaniya (accessed: 19 December 2025).

2. Ozhiganova D.A. [Integration of science, vocational education and production: educational accelerator]. Innovative

Scientific Modern Academic Trajectory (INSIGHT), 2023, no. 4 (16), pp. 51–60 (in Russ.). Available at: https://doi.org/10.17853/2686-8970-2023-4-51-60 (accessed: 19 December 2025).

3. Regulations on material incentives for scientific and pedagogical workers when assessing the quality, significance and volume of work performed. (in Russ.). Available at: https://regulations.tusur.ru/system/document_files/files/000/000/064/original/Polozhenie_o_materialnom_stimulirovanii_NPR.pdf?1734430141 (accessed: 19 December 2025).

4. Regulations on the election of the head of the department of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education 'TUSUR'. (in Russ.). Available at: https://regulations.tusur.ru/system/document_files/files/000/000/267/original/47167.pdf?1748428107 (accessed: 19 December 2025).

Anna V. Busygina
Senior Lecturer, Department of Television and Control, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
ORCID: 0000-0002-2150-5396
Phone: +7-913-807-27-15
Email: anna.v.busygina@tusur.ru

УДК 378.11

А.В. Иванов, А.В. Румакина, С.В. Русских

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРЕКА АСПИРАНТУРЫ НА ПРИМЕРЕ МОСКОВСКОГО АВИАЦИОННОГО ИНСТИТУТА

С 2025 года в Московском авиационном институте прием на программы аспирантуры ведется по двум трекам: производственному и академическому. Производственный трек аспирантуры реализуется в тесной кооперации с индустрией, его задача – подготовка кандидатов наук как драйверов технологических изменений, способных ставить и решать актуальные задачи для устранения научных и производственных разрывов, формирования научно-технического задела для создания техники нового поколения. Особенностью трека является назначение индустриального наставника как дополнительного научного консультанта или соруководителя, акцент на практической значимости и внедрении результатов диссертационной работы. В статье приведен опыт и перспективы реализации подобной модели.

Ключевые слова: Московский авиационный институт, аспирантура, производственный трек, индустрия, индустриальный наставник.

Московский авиационный институт (МАИ) с 2023 года входит в число шести участников пилотного проекта по реформированию системы высшего образования (указ Президента Российской Федерации «О некоторых вопросах совершенствования системы высшего образования» от 12.05.2023) [1] и в число участников пилотного проекта производственной аспирантуры Государственной корпорации «Ростех» (приказ Минобрнауки «О пилотном проекте по практико-ориентированной подготовке научных кадров для высокотехнологичных отраслей промышленности» от 14.03.2025) [2].

Придерживаясь модели аспирантуры согласно Федеральным государственным требованиям (ФГТ) к подготовке научных и научно-педагогических кадров [3], прием аспирантов в МАИ с 2025 года осуществляется на 2 трека подготовки: производственный и академический. Основная цель аспирантуры – подготовка к защите диссертации, выполненной на базе прикладных и задельных исследований, направленных на обеспечение технологического лидерства, развитие промышленности, научных и конструкторских школ.

Главной задачей производственного трека аспирантуры является подготовка кандидатов наук как драйверов технологических изменений, способных ставить и решать актуальные задачи для устранения научных и производственных разрывов, формирования научно-технического задела с целью создания техники нового поколения. К особенностям трека относятся назначение индустриального наставника как дополнительного научного консультанта, а также акцент на практическую значимость и внедрение результатов диссертационного исследования.

Взаимодействие с предприятиями

Основой построения эффективной модели производственного трека аспирантуры является взаимодействие университета и индустриальных партнеров. МАИ выстроил тесное сотрудничество с корпорациями и предприятиями, входящими в Государственную корпорацию «Ростех». К числу таких партеров можно отнести Объединенную авиастроительную корпорацию, ОАК (филиал ОАК – Оперативно-тактическая авиация (ОАК-ОТА), Яковлев), Объединенную двигателестроительную корпорацию, ОДК (Салют, ОДК-УМПО), Концерн «Вертолеты России», ВР (НЦВ «Миль и Камов»).

По поручению Председателя Правительства Российской Федерации [4] в МАИ назначены главные конструкторы по приоритетным технологическим направлениям: авиастроение, беспилотные авиационные системы, авиационные двигатели и новая энергетика, космические системы и сервисы. По этим направлениям с индустриальным партнерами выстроен процесс опережающего составления перспективных направлений и тематик диссертационных исследований, составлен совместный перечень рекомендованных тем диссертационных работ аспирантов производственного трека. Главные конструкторы МАИ утверждают темы диссертационных работ аспирантов, при необходимости корректируют их совместно с индустриальными партнерами и заказчиками обучения в аспирантуре.

Предприятие рекомендует к назначению каждому аспиранту производственного трека индустриального наставника из числа своих сотрудников, обладающего опытом и компетенциями по направлению диссертационного исследования, позволяющими ему оказывать практическую, научную, методическую и организационную помощь в исследованиях и во внедрении результатов. Основными задачами наставника являются анализ и поддержание актуальности темы с точки зрения её практического применения, орга-

низационная помощь во внедрении результатов, проведение совместных научных исследований, участие в промежуточных и итоговой аттестациях. Наличие у индустриального наставника ученой степени позволяет, по согласованию с университетом, закрепить его в качестве научного консультанта или научного соруководителя [5]. Индустриальный наставник (научный консультант) перед каждой аттестацией, в том числе итоговой, готовит отзыв о работе аспиранта и направляет его университету, принимает участие в аттестациях, готовит отзыв о деятельности аспиранта, который оглашается при защите диссертации. Кандидатура индустриального наставника в обязательном порядке согласуется с МАИ и утверждается распоряжением проректора по научной работе.

Новые правила приема в аспирантуру МАИ

С 2025 года в МАИ действуют новые правила приема в аспирантуру. Важным этапом поступления на производственный трек аспирантуры является согласование темы диссертационного исследования с предприятием-работодателем аспиранта, индустриальным наставником и научным руководителем. Согласование с предприятием сопровождается письмом-резюме, в котором подтверждается и обосновывается актуальность темы исследования и наличие задела по ней. Принимающая кафедра предоставляет информацию о научном руководителе, подтверждающую его квалификацию по тематике диссертационного исследования.

МАИ в 2025 году при поступлении в аспирантуру по всем формам и трекам проводил два вступительных испытания – экзамен по научной специальности и защиту предварительного проекта. Экзамен по научной специальности состоял из вопросов в рамках специфики принимающей кафедры. Предварительный проект представлял собой подготовленные презентационные материалы, с помощью которых кандидат рассказывал комиссии о себе, своих профессиональных обязанностях, давал краткую информацию о научном руководителе и индустриальном наставнике, обосновывал актуальность темы исследования, формулировал предварительные цели и задачи исследования, объект и предмет исследования.

Начало обучения в аспирантуре было сдвинуто на 1 октября, что позволило установить даты приема документов с 20 июня (дата начала работы сервиса «Поступление в вуз онлайн») по 25 августа; вступительные испытания проводились в сентябре.

Результаты приемной компании-2025

Контрольные цифры приема в 2025 году составили 119 мест по 29 научным специальностям. Специальностями с наибольшими контрольными цифрамп традиционно для МАИ стали: 2.5.13 «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов» – 19 мест; 2.5.15 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» – 15 мест.

Всего в результате приемной компании было принято 129 человек: 12 человек – в рамках целевого набора (все – сотрудники предприятий Государственной корпорации «Ростех»); 100 человек – в рамках общего набора; 15 человек – с полным возмещением затрат (среди них шестеро выбрали производственный трек); 2 человека – граждане других государств.

Распределение по трекам аспирантуры составило: 67 человек – академический трек аспирантуры; 62 человека – производственный трек. Охват предприятий по производственному треку – 40 компаний, среди которых традиционно наибольшее число мест имеет Государственная корпорация «Ростех» (26 человек), 4 человека – сотрудники предприятий Госкорпорации «Роскосмос», по 2 человека из Корпорации «Тактическое ракетное вооружение», Концерна «Алмаз-Антей» и «Росатома».

Новый учебный процесс

Согласно предложениям, полученным от индустриальных партнеров на совместных совещаниях по вопросам реализации проекта «Производственная аспирантура Ростеха», учебный план аспиранта (программа аспирантуры) был существенно переработан, исходя из следующих требований: необходимо снизить объем аудиторной нагрузки; заменить педагогическую практику научно-производственной практикой, местом которой должно являться предприятие-работодатель аспиранта; ввести факультативные дисциплины, позволяющие эффективно выстраивать индивидуальный набор компетенций аспиранта.

С учетом этого МАИ разработал 3- и 4-годичный учебный план аспиранта (программа аспирантуры) производственного трека, включающий в себя:

1) блок обязательных дисциплин:

1.1) история и философия науки, 1-й семестр, 24 акад. ч лекций, 12 акад. ч практических занятий, 72 акад. ч самостоятельной работы аспиранта, экзамен (кандидатский экзамен по философии);

1.2) иностранный язык, 1-й семестр, 54 акад. ч практических занятий, 54 акад. ч самостоятельной работы аспиранта, экзамен (кандидатский экзамен по иностранному языку);

1.3) методология научного творчества (диссертация как проект), 2-й семестр, 24 акад. ч лекций, 84 акад. ч самостоятельной работы аспиранта, зачет.

Комментарии: это новый предмет, направленный на системное выстраивание плана работ по диссертации в течении всего срока освоения программы аспирантуры; в нем будут рассматриваться вопросы публикационной активности аспиранта, оформления результатов интеллектуальной деятельности, составления дорожной карты выполнения диссертационного исследования;

1.4) специальный предмет согласно научной специальности, 5-й семестр (3-летний срок обучения) или 7-й семестр (4-летний срок обучения), 30 акад. ч лекций, 24 акад. ч практических занятий, 54 акад. ч самостоятельной работы аспиранта, экзамен (кандидатский экзамен по специальности).

Комментарии: по новым учебным планам этот предмет для аспиранта будет обеспечивать не только выпускающая кафедра, но и кафедры, которые ведут научную специальность; такой подход позволить расширить научные компетенции аспиранта в рамках своей специальности;

1.5) подготовка к защите диссертационной работы, 6-й семестр (3-летний срок обучения) или 8-й семестр (4-летний срок обучения), 24 акад. ч практических занятий, 48 акад. ч самостоятельной работы аспиранта, зачет.

Комментарии: новый предмет, направленный на системное выстраивание плана подготовки диссертации к защите; будут рассмотрены вопросы о выборе оппонентов, ведущей организации, о требованиях к автореферату, составе документов, необходимых для принятия диссертации в диссертационный совет;

2) блок практик:

научно-производственная практика, распределенная со 2-го по 5-й семестр (3-летний срок обучения), 48 з.е. = 1 728 акад. ч или со 2-го по 7-й семестр (4-летний срок обучения), 72 з.е. = 2 592 акад. ч, зачет.

Комментарии: объем практики был увеличен в 12 раз для 3-летних программ, в 18 раз для 4-летних программ; при заключении сетевого договора местом проведения научно-производственной практики для аспиранта производственного трека будет являться предприятие-работодатель;

3) блок факультативных дисциплин

Комментарии: на выбор в 3-м и 4-м семестре аспиранту предоставляется список из 16 предметов в каждом семестре; данный блок позволит формировать индивидуальный набор компетенций, отвечающий требованиям индустрии и аспиранта в частности.

Примеры факультативных дисциплин: Цифровая трансформация высокотехнологичного предприятия, Бизнес-аналитика и визуализация данных на базе технологий искусственного интеллекта в управлении производством, Психология командной работы, Критическое мышление как технология оценки инженерных задач, Предупреждение профессионального «выгорания», Стандартизация и система менеджмента качества на предприятии.

Таким образом количество аудиторных часов аспиранта производственного трека уменьшилось практически в 2 раза (392 акад. ч – 192 акад. ч). Расписание освоения программы аспирантуры предусматривает проведение очных занятий только по субботам.

При 4-летнем сроке обучения аспирант на 3-м году обучения (5-й и 6-й семестры) полностью освобождается от аудиторных занятий. Блок факультативных дисциплин является необязательным к освоению, поэтому у аспиранта любого срока обучения, не выбравшего ни одну дисциплину, 2-й год (3 и 4 семестры) будут свободны от аудиторных занятий. Это позволит аспиранту полностью посвятить свое время работе с научным руководителем и с индустриальным наставником в рамках выполнения диссертационной работы.

Сетевой договор

Сетевой договор с предприятием разработан на основе формы стандартного, утвержденного Минобрнауки РФ, сетевого договора для студентов, в котором сторонами договора являются: «Базовая организация» – МАИ; «Организация-участник» – партнер МАИ в реализации программы производственной аспирантуры.

Сетевой договор регламентирует: срок начала освоения программы аспирантуры; механизм совместного утверждения тем диссертаций и научных руководителей; порядок назначения индустриального наставника организацией-участником; проведение научно-производственной практики в организации-участнике в установленном объеме; распределение прав на результаты интеллектуальной деятельности, возникшие при освоении программы аспирантуры; обязательность участия индустриального наставника в аттестации аспирантов; возможность участия представителей организации-участника в защите диссертаций; осуществление текущего контроля успеваемости и проведение аттестаций; возможность проведения дополнительной аттестации аспирантов в организации-участнике; порядок прохождения аспирантом итоговой аттестации в базовой организации.

Выводы

Реализация производственного трека аспирантуры в МАИ показала заинтересованность аспирантов и индустриальных партнеров МАИ в производственном треке аспирантуры: 62 из 129 поступивших выбрали именно его, что подтверждает востребованность практико-ориентированного подхода. Взаимодействие и сотрудничество более чем с 40 индустриальными партнерами, включая Государственную корпорацию «Ростех», Госкорпорацию «Роскосмос», «Росатом», позволили сформировать требования и изменить учебный план аспиранта с учетом интересов предприятий. Активная позиция предприятий Государственной корпорации «Ростех», в первую очередь Объединенной авиастроительной корпорации, позволяет с уверенностью говорить о том, что формируемая система подготовки научных кадров для индустрии в производственной аспирантуре будет эффективной системой подготовки конструкторов, технологов, испытателей, исследователей, способных решать актуальные задачи, стоящие перед промышленностью.

Литература

1. О некоторых вопросах совершенствования системы высшего образования : Указ Президента Российской Федерации от 12.05.2023 № 343 [Электронный ресурс] // Официальное опубликование правовых актов. 2023. URL: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202305120005 (дата обращения: 21.12.2025).

2. О пилотном проекте по практико-ориентированной подготовке научных кадров для высокотехнологичных отраслей промышленности : Приказ Минобрнауки от 14.03.2025 № 232 [Электронный ресурс] // Официальное опубликование правовых актов. 2025. URL: ограниченный доступ (дата обращения: 21.12.2025).

3. Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) : постановление Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2122 [Электронный ресурс] // Официальное опубликование правовых актов. 2021. URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202111300127 (дата обращения: 21.12.2025).

4. Поручение Председателя Правительства Российской Федерации от 27.11.2024 «Михаил Мишустин дал поручения по итогам стратегической сессии о развитии колледжей и вузов, обеспечивающих подготовку инженерных кадров и научных разработок для технологического лидерства» [Электронный ресурс] // Информационно-правовой портал «Гарант.Ру». 2024. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/410905072 (дата обращения: 21.12.2025).

5. О порядке присуждения ученых степеней : постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 [Электронный ресурс] // Правительство России. 2013. URL: http://government.ru/docs/all/88745/ (дата обращения: 21.12.2025).

Иванов Андрей Владимирович
Д-р техн. наук, доцент, проректор по научной работе Московского авиационного института
Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, 125993
ORCID: 0009-0002-9711-9990
Тел.: +7-985-350-07-08
Эл. почта: ivanovav@mai.ru

Румакина Алена Владимировна
Канд. техн. наук, нач. отдела проектирования основных образовательных программ и нормирования учебного процесса УМО ОД Московского авиационного института
Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, 125993
Тел.: +7-929-637-10-89
Эл. почта: rav@mai.ru

Русских Сергей Владимирович
Д-р физ.-мат. наук, доцент, зав. отделом подготовки кадров высшей квалификации Московского авиационного института
Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, 125993
ORCID: 0000-0002-2470-2766
Тел.: +7-915-398-92-67
Эл. почта: russkikhsv@mai.ru

A.V. Ivanov, A.V. Rumakina, S.V. Russkikh

Experience and Prospects of Implementing the Postgraduate Program Production Track in Moscow Aviation Institute

Since 2025 the admission to postgraduate programs at Moscow Aviation Institute has been conducted on two tracks: production and academic ones. The postgraduate program production track is implemented in close cooperation with industry. Its task is to train candidates of science as drivers of technological change, capable of setting and solving urgent tasks to eliminate scientific and industrial gaps, and to form the scientific and technical foundation for creating new technologies generation. The special feature of the track is the appointment of an industrial mentor as an additional scientific consultant or supervisor. The emphasis is done on the practical significance and implementation of the dissertation work results. The experience and prospects of implementing such a model are presented.

Keywords: Moscow Aviation Institute, postgraduate course, production track, industry, industrial mentor.

References

1. Decree of the President of the Russian Federation dated 05/12/2023, no. 343 ‘On some issues of improving the higher education system’. Official publication of legal acts. (in Russ.). Available at: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202305120005 (accessed: 21 December 2025).

2. Order of the Ministry of Education and Science dated 03/14/2025, no. 232 ‘On a pilot project for practice-oriented training of scientific personnel for high-tech industries’. Official publication of legal acts. Publication date: March 14, 2025. (in Russ.). Available at: restricted access. (accessed: 21 December 2025).

3. Decree of the Government of the Russian Federation dated 11/30/2021, no. 2122 ‘On Approval of the Regulations on the training of scientific and scientific-pedagogical personnel in postgraduate (adjunct) studies’. Official publication of legal acts. (in Russ.). Available at: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202111300127 (accessed: 21 December 2025).

4. Instruction of the Chairman of the Government of the Russian Federation dated 11/27/2024 ‘Mikhail Mishustin gave instructions following the results of the strategic session on the development of colleges and universities providing training of engineering personnel and scientific developments for technological leadership’. Information and legal portal ‘Garant.Ru’. (in Russ.). Available at: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/410905072 (accessed: 21 December 2025).

5. Resolution of the Government of the Russian Federation dated 24.09.2013, no. 842 ‘On the procedure for awarding academic degrees’. Government of Russia. (in Russ.). Available at: http://government.ru/docs/all/88745 / (accessed: 21 December 2025).

Andrei V. Ivanov
Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Research, Moscow Aviation Institute
4, Volokolamsk highway, Moscow, Russia, 125993
ORCID: 0009-0002-9711-9990
Phone: +7-985-350-07-08
Email: ivanovav@mai.ru

Alena V. Rumakina
Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Designing Basic Educational Programs and Rationing the Educational Process, Moscow Aviation Institute
4, Volokolamsk highway, Moscow, Russia, 125993
Phone: +7-929-637-10-89
Email: rav@mai.ru

Sergey V. Russkikh
Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Highly Qualified Personnel Training, Moscow Aviation Institute
4, Volokolamsk highway, Moscow, Russia, 125993
ORCID: 0000-0002-2470-2766
Phone: +7-915-398-92-67
Email: russkikhsv@mai.ru

Содержание

СЕКЦИЯ 4. РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Герасимова О.О., Карауш С.А., Герасимова Е.А. Роль дисциплины «Теория горения и взрыва» в подготовке специалистов по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» 5

Карелин А.Е., Болбуков Д.Е. Применение комплексных учебных объектов для изучения программируемых логических контроллеров 9

Сарафанникова А.С., Захарова А.А. Управление рисками снижения мотивации студентов технических вузов 13

Орликов Л.Н. Интеграция профессиональных и этических компетенций: взгляд в будущее студента 17

Рогожников Е.В., Цибульникова В.Ю., Коновалова А.М. Образовательная модель программы магистратуры «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» 20

Уцын Г.Е., Гришаева Н.Ю. Роль и место инженерной и компьютерной графики в высшем техническом образовании 23

Леонова Н.А. Технология организации лабораторного практикума по физике в техническом вузе 25

Михальченко С.Г. Нелинейная динамика полупроводниковых преобразователей с импульсно-модуляционными системами управления 29

Перин А.С., Бирюкова А.Д. Обзор учебных планов ведущих университетов по направлениям квантовых технологий 34

Токарева А.В. Формирование критического мышления студентов технических направлений посредством анализа научных новостей 39

Исакова А.И., Романенко В.В. Модернизация основных профессиональных образовательных программ кафедры автоматизированных систем управления ТУСУРа 42

Иваничко С.П., Вахрушева Д.Е., Блинова А.С. Роль Передовой инженерной школы «Электронное приборостроение и системы связи» им. А.В. Кобзева в формировании кадрового потенциала региона 45

Жукова А.В., Берсенев М.В. Инновационные педагогические практики в современном образовании 49

Лаптев П.Ю., Литовкин С.А., Давыденко С.А. Интеграция научных исследований в образовательную программу на примере магистерской программы «Искусственный интеллект в биомедицинских системах» 52

Косова А.Е. Формирование системной ментальной модели программиста: сравнительный анализ эффективности восходящего (C++-first) и нисходящего (Python-first) подходов преподавания в базовом курсе фундаментальной дисциплины «Программирование» 56

Якимук А.Ю, Катаева Е.С. Оценка эффективности реализации профильных дисциплин по информационной безопасности в модульном формате 60

Лепихина С.Н., Макаревич К.В. Зачем университету развивать предпринимательские компетенции у студентов инженерно-технических специальностей? 64

Окс Е.М., Воеводина О.В. Применение образовательной технологии развития критического мышления на кафедре физики 67

Артищев С.А., Рагимова Н.С. Проблемы и перспективы реализации сетевой образовательной программы на примере подготовки кадров для ракетно-космической отрасли 70

Жидова Л.А., Шайдо Ю.А. Вводный курс математики как средство адаптации и успешного обучения студентов в вузе 74

СЕКЦИЯ 5. ТРАНСФОРМАЦИЯ БИЗНЕСА И ОБРАЗОВАНИЯ В ЭПОХУ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: ОТ ВЫЗОВОВ К ВОЗМОЖНОСТЯМ

Афонасова М.А. Синергия искусственного и человеческого интеллекта в экосистемах нового поколения 79

Гайдук Е.А. Актуальные тренды и компетенции в сфере искусственного интеллекта – возможности для студентов и преподавателей 82

Батура М.П., Марахина И.В., Пархименко В.А. Анализ алгоритмов социальных сетей и SMM: обоснование необходимости интеграции в образовательные программы 84

Смирнова П.К., Афонасова М.А. Поведенческий потенциал сотрудников в эпоху цифровой трансформации и интеграции с искусственным интеллектом....87

Цап Н.Г. Интеграция ИИ-технологий и человека в современном бизнесе 90

Сидоренко М.Г., Архипова Т.В. Внедрение технологий искусственного интеллекта: новые возможности и вызовы для бизнеса 93

Бочанова С.В. Глобальные тренды и вызовы, обусловленные быстрым развитием искусственного интеллекта 97

Прудникова Н.П. Применение иммерсивных технологий в корпоративном обучении и адаптации персонала 100

Радионова Е.С. Развитие индустрии искусственного интеллекта как драйвер экономического роста в эпоху цифровизации....104

Санникова Т.Д. Адаптация образования к внезапным шокам и вызовам цифровой эпохи....107

Макаров С.В., Цибульникова В.Ю. Финансовая грамотность студентов и молодых специалистов в эпоху цифровизации: от университета до работодателя 110

Жигалова В.Н., Богомолова А.В., Аксенова Ж.Н. Автоматизация бизнес-процессов на основе искусственного интеллекта 115

Богомолова А.В., Жигалова В.Н., Аксенова Ж.Н. Искусственный интеллект в формировании новой модели инженерно-управленческого образования....119

Тафилевич В.Н. Особенности цифрового подхода в организации музейного дела России 122

Лепихина С.Н. Актуализация концептуальной модели учебного курса «Основы управления государственным имуществом» в эпоху искусственного интеллекта....125

СЕКЦИЯ 6. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И МЕТОДИКА ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ: ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Косова А.Е., Воронин Б.А. Параметризация задачи для непрерывной двумерной случайной величины 131

Пушкарёв Т.Н., Берёза А.В. Преимущества интеграции системы электронного обучения Moodle в преподавание дисциплин модуля специализации (major) направления подготовки 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» 137

Метелькова Е.А., Шабалин В.С. Интерактивная образовательная среда в профессиональном образовании 141

Андреева Т.А., Купцов А.О., Лукин А.Я., Тихонова Т.А. 3D-макеты реальных приборов в виртуальной лаборатории для физического практикума....145

Кручинин В.В., Перминова М.Ю. Применение телеграм-ботов для индивидуализации образовательной траектории обучающихся по курсу информатики....148

Исакова О.Ю., Красноухова Ю.С. Применение технологий искусственного интеллекта в профессиональной деятельности методиста при разработке электронных образовательных курсов....151

Гураков А.В. Использование искусственного интеллекта для создания и модернизации учебных материалов....155

Доценко О.А., Жуков А.А., Кулешов Г.Е. Использование системы Moodle для организации и проведения занятий по курсу «Виртуальные приборы LabVIEW» 159

Кунц Е.Ю., Полетайкин А.Н. Инженерному образованию – инженерный DevOps! 162

Исакова А.И., Исаков А.М., Левин С.М. Виртуальные сообщества в образовательных траекториях повышают мотивацию студентов в учебе 166

Беляева М.А. Искусственный интеллект в автоматической генерации адаптивных учебных заданий для индивидуальных потребностей студентов....169

Кречетов И.А., Кручинин В.В. Определение скорости понимающего чтения студента в системе дистанционного обучения 173

Афанасьева И.Г., Пикулина Е.А. Методы экспертных оценок для автоматизации формирования универсальных компетенций....177

Репьюк Н.С., Давыдова Е.М. Алгоритмы формирования вариантов контрольных работ по дисциплине «Дискретная математика» 180

Жуков И.А., Лугина Н.Э., Магазинникова А.Л., Никольская М.М. О влиянии искусственного интеллекта на изучение студентами математических дисциплин 185

Фаерман В.А., Пашкевич С.А. Применение отечественной среды Engee для дискретно-событийного моделирования информационно-телекоммуникационных систем....188

СЕКЦИЯ 7. ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ – ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РОСТА БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Мизина В.В., Панкова Л.В., Захаров П.В. К вопросу подготовки преподавателей технического вуза в условиях трансформации образования 195

Никоненко А.В. Динамика и факторы формирования интереса к предмету «Физика» у школьников и студентов высших учебных заведений 198

Лячин А.В. Опыт подготовки, организации и проведения студенческих предметных олимпиад по физике 201

Захаров Ф.Н., Аникин А.С. Основные этапы разработки трёхсторонней сетевой образовательной программы....205

Тарасов Н.И., Кривин Н.Н. Использование иммерсивного симулятора на базе Unreal Engine для индивидуализации профессиональной подготовки инженеров центров обслуживания воздушного движения 208

Кривин Н.Н. Кризис «конвейера»: почему классическая модель обучения не обеспечит технологический суверенитет? 212

Голиков А.М., Майков А.А., Изупов М.В., Томских А.Е. Индивидуализация обучения в СКБ «Волна» ТУСУРа для Федерального проекта «Кадры для космоса»....215

Фёдоров В.Н., Яковенко А.Д., Кривин Н.Н. Реализация индивидуальных образовательных траекторий в инженерной подготовке: от бюджетной аппаратной платформы БПЛА к формированию системного мышления 218

Грахович В.В., Кривин Н.Н. Архитектура программного модуля динамической симуляции электроцепей в иммерсивной среде как технологическая основа индивидуализации подготовки инженеров ЭРТОС 222

Грахович В.В., Кривин Н.Н. Реализация игровых механик обратной связи и сценарного моделирования критических событий как инструмент формирования профессиональной ответственности инженеров ЭРТОС 227

Хацкевич М.И., Кривин Н.Н. Костюм захвата движения «HIT-Motion» как инструмент индивидуализации профессиональной подготовки и физкультурно-спортивной деятельности в университете 231

Шелягин Д.А., Кривин Н.Н. Индивидуализация образовательной траектории высокомотивированных студентов: от входной диагностики к профессиональной интеграции....235

Старцев Д.С., Липухина С.М., Кривин Н.Н. Формирование системного мышления у будущих инженеров через внедрение V-модели в проектное обучение (на примере образовательных наноспутников CanSat) 238

Сваровский А.П., Кривин Н.Н. Проектно-ориентированный подход в обучении CGI-технологиям: от студента до технологического предпринимателя 241

Куклин Д.С. Некоторые аспекты воспитательной работы как фактор развития личности студентов....244

Ноздреватых Д.О. Дополнительное профессиональное образование в структуре выпускающей кафедры....247

Хаминов Д.В., Часовских К.В. Индивидуализация образовательной траектории студентов, обучающихся по направлению подготовки 40.03.01 «Юриспруденция» 249

Тисленко В.И., Аникин А.С., Тисленко О.В. Когнитивные способности и вторая сигнальная система в проблеме освоения студентами профессиональных компетенций 252

Монастырев Н.К., Кривин Н.Н. Индивидуализация инженерной подготовки на основе адаптивных уровней сложности в курсе «Цифровые двойники электронных средств»....255

Малинин Д.А., Кривин Н.Н. Проектирование персональной профессиональной траектории будущего инженера через виртуальное прототипирование космических миссий....258

Быков Л.В., Мигачева А.С., Михальнюк А.В., Шайдо Ю.А. Математика вокруг нас: практическое применение основных понятий курса линейной алгебры в повседневной жизни и будущей профессии....260

СЕКЦИЯ 8. НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В ПОДГОТОВКЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Мицель А.А., Коротина Т.Ю. Производственная аспирантура – современные вызовы прикладной науки.....265

Кривин Н.Н. Модель индустриальной аспирантуры в техническом университете: организационно-методические аспекты и синергия науки и производства.....269

Кривин Н.Н. Методология Inquiry-Based Learning как ядро проектной деятельности: стратегия ускорения подготовки индустриальных аспирантов.....272

Газизов Т.Т. Нестандартные практики подготовки аспирантов: опыт российских университетов.....275

Бусыгина А.В. Доказательное управление содержанием образовательных программ.....280

Иванов А.В., Румакина А.В., Русских С.В. Опыт и перспективы реализации производственного трека аспирантуры на примере Московского авиационного института.....284

Научное издание

СОВРЕМЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ИНТЕГРАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, БИЗНЕСА И ВЛАСТИ. НОВЫЕ МОДЕЛИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ – ОСНОВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА РОССИИ

Материалы международной научно-методической конференции

В 2 частях

Часть 2

Подписано в печать 26.01.26. Формат 60x84/8.
Усл. печ. л. 34,18. Тираж 100 экз. Заказ № 14.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники».

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40. Тел. (3822) 533018.