

ЖУРНАЛ АССОЦИАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

# ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ



ISSN-2588-0306

**32'2022**



ЖУРНАЛ АССОЦИАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ



ISSN (print) – 1810-2883  
ISSN (on-line) – 2588-0306

# ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

**32'2022**

## Редакционная коллегия:

**Юрий Петрович Похолков (главный редактор)**, д-р тех. наук, профессор, руководитель учебно-научного центра «Организация и технологии высшего профессионального образования» Национального исследовательского Томского политехнического университета, президент Ассоциации инженерного образования России (Россия)

**Александр Александрович Громов**, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник Инжинирингового центра быстрого промышленного прототипирования высокой сложности МИСИС (Россия)

**Геннадий Андреевич Месяц**, д-р тех. наук, член Президиума РАН, действительный член РАН (Россия)

**Александр Сергеевич Сигов**, д-р ф.-м. наук, действительный член Российской академии наук, Президент РТУ МИРЭА (Россия)

**Олег Леонидович Хасанов**, д-р тех. наук, профессор, директор Научно-образовательного инновационного центра «Наноматериалы и нанотехнологии», Национальный исследовательский Томский политехнический университет (Россия)

**Герасимов Сергей Иванович**, д-р тех. наук, профессор, заведующий кафедрой «Строительная механика» Сибирского государственного университета путей сообщения (Россия)

**Мазурина Ольга Анатольевна**, канд. филос. наук, помощник ректора по международному сотрудничеству Национального исследовательского Томского политехнического университета (Россия)

**Ж.К. Куадрало**, про-президент Политехнического университета Порто по интернационализации, профессор (Португалия)

**С.АВ. Ли**, профессор Школы машиностроения, Университет Ульсан (Южная Корея)

**Х.Х. Перес**, проректор по международной деятельности Технического университета Каталонии, профессор (Испания)

**Ф.А. Сангер**, профессор Политехнического института Пердью (США)

**И. Харгитгаи**, профессор Будапештского университета технологии и экономики, Член Венгерской академии наук и Академии

**Еуропаеа (Лондон)**, иностранный член Норвежской академии наук, почетный доктор наук МГУ им. М.В. Ломоносова, Университета Северной Каролины (США), Российской академии наук.

Журнал «Инженерное образование» – научный журнал, издаваемый с 2003 г.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций (свидетельство ПИ № ФС77-33704 от 24 октября 2008 г., учредитель – Ассоциация инженерного образования России)

ISSN (print) – 1810-2883

ISSN (on-line) – 2588-0306

Подписной индекс в объединённом каталоге «Пресса России» – 39921

Журнал «Инженерное образование» публикует оригинальные работы, обзорные статьи, очерки и обсуждения, охватывающие последние достижения в области организации инженерного образования.

1. Инженерное образование: тренды и вызовы.
2. Отечественный и зарубежный опыт подготовки инженеров.
3. Организация и технология инженерного образования.
4. Подготовка инженеров: партнерство вузов и предприятий.
5. Качество инженерного образования.

К публикации принимаются статьи, ранее нигде не опубликованные и не представленные к печати в других изданиях.

Статьи, отбираемые для публикации в журнале, проходят закрытое (слепое) рецензирование.

Автор статьи имеет право предложить двух рецензентов по научному направлению своего исследования.

Окончательное решение по публикации статьи принимает главный редактор журнала.

Все материалы размещаются в журнале на бесплатной основе.

Журнал издается два раза в год.

THE JOURNAL ASSOCIATION FOR ENGINEERING EDUCATION OF RUSSIA



ISSN (print) – 1810-2883  
ISSN (on-line) – 2588-0306

# ENGINEERING EDUCATION

**32'2022**

## Editorial Board:

**Yuri Pokholkov (Editor-in-Chief)**, Dr. Tech. Sciences, Professor, Head of Educational and Research Center for Management and Technologies in Higher Education of the National Research Tomsk Polytechnic University; President of the Association for Engineering Education of Russia (Russia)

**Alexander Gromov**, Visiting Professor of the Department of Non-Ferrous Metals and Gold at NUST MISiS, Professor, Doctor of Engineering (Russia)

**Gennady Mesyats**, Dr. Tech. Sciences, Professor, Member of the Presidium of the Russian Academy of Sciences, Full member of the Russian Academy of Sciences (Russia)

**Alexander Sigov**, Dr. of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Full Member of the Russian Academy of Sciences, President of Moscow Technological University (MIREA) (Russia)

**Oleg Khasanov**, Dr. Tech. Sciences, Professor, Director of Innovation Center for Nanomaterials and Nanotechnologies of the National Research Tomsk Polytechnic University (Russia)

**Sergey Gerasimov**, Dr. Tech. Sciences, Professor, Head of the Department of Structural Mechanics, Siberian Transport University (Russia)

**Olga Mazurina**, PhD, Rector's Delegate for International Affairs, Tomsk Polytechnic University (Russia)

**J.C. Quadrado**, Polytechnic Institute of Porto, Pro-President for Internationalization, Professor (Portugal)

**S.AV. Lee**, Professor, School of Engineering, Ulsan University (South Korea)

**J.J. Perez**, Vice-Rector for International Affairs, Polytechnic University of Catalonia, Professor (Spain)

**Ph.A. Sanger**, Purdue Polytechnic Institute, Professor (USA)

**I. Hargittai**, Professor, Budapest University of Technology and Economics. Member of the Hungarian Academy of Sciences and the Europaea Academy (London), a foreign member of the Norwegian Academy of Sciences, Honorary Doctor of Sciences of Moscow State University M.V. Lomonosov, University of North Carolina (USA), Russian Academy of Sciences (Hungary).

The Journal «Engineering Education» has been published since 2013.

The Journal is registered internationally – ISSN 1810-2883 – and in Federal Agency for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications (certificate PI N° FS77-33704, dated 24 October 2008, founder – Association for Engineering Education of Russia)

ISSN (print) – 1810-2883

ISSN (on-line) – 2588-0306

Subscription index in the United catalogue «Press of Russia» – 39921.

The Journal «Engineering Education» publishes original papers, review articles, essays and discussions, covering the latest achievements in the field of engineering education.

1. Engineering education: trends and challenges
2. Russian and foreign experience in training engineers
3. Management and technologies in engineering education
4. Training of engineers: partnership between universities and enterprises
5. Engineering education quality

The articles previously unpublished and not submitted for publishing in other journals are accepted to publication.

All articles are peer reviewed by international experts. Both general and technical aspects of the submitted paper are reviewed before publication.

Authors are advised to suggest 2 potential reviewers familiar with the research focus of the article.

Final decision on any paper is made by the Editor-in-Chief.

The Journal «Engineering Education» is published twice a year.

## Содержание

## Contents

К вопросам непрерывного образования инженерных кадров: необходимость формирования функциональной грамотности школьников на уроках физики и математики Алексеевнина А.К.	7	On the issues of continuing education for engineering personnel: the need to form functional literacy of schoolchildren at the lessons of physics and mathematics Alekseevnina A.K.
Тенденции цифровизации инженерного образования в высших учебных заведениях Меньшикова И.П.	17	Tendencies of engineering education digitalization in higher educational institutions Menshikova I.P.
Организация научно-исследовательской работы при преподавании физики на младших курсах Казакова Е.Л., Мошкина Е.В., Сергеева О.В.	33	Research activity organization for junior students in teaching physics Kazakova E.L., Moshkina E.V., Sergeeva O.V.
Творчество в инженерном вузе Леонова Л.А., Надеждин И.С.	43	Creativity in an engineering university Leonova L.A., Nadezhdin I.S.
Комплексные задания как средство развития метапредметных компетенций при обучении специальным разделам математики Петрова Л.С.	54	Complex tasks as a means of developing meta-subject competencies in teaching special sections of mathematics Petrova L.S.
Мифы российского высшего образования Пушных В.А.	65	The myths of the russian higher education system Pushnykh V.A.
Будущее электротехнического образования на базе AR- и VR-технологий Холодilin И.Ю., Горожанкин А.Н.	74	The future of electrical education based on AR- and VR-technologies Kholodilin I.Yu., Gorozhankin A.N.
Партнерство инженерных вузов и предприятий. Опыт ТУСУР Троян П. Е., Сахаров Ю.В., Жидик Ю.С., Чистоедова И.А.	84	Partnership of engineering universities and enterprises. The experience of TUSUR Trojan P.E., Sakharov Yu.V., Zhidik Yu.S., Chistoedova I.A.
Кадры для инжиниринга устойчивого развития Гамукин В.В.	97	Employees for sustainable development engineering Gamukin V.V.
Международная сетевая образовательная программа iPET для преподавателей программ инженерного профиля: опыт пилотной реализации в Томском политехническом университете Пономарева О.М., Гиниятова Е.В.	111	International network educational program iPET for teachers of engineering programs: experience of pilot implementation at Tomsk polytechnic university Ponomareva O.M., Giniyatova E.V.

- О концепции развития инженерного образования**  
Соловьев В.П., Перескокова Т.А. **119** **Concept of engineering education development**  
Solovyev V.P., Pereskokova T.A.
- Онтологические основы безопасности образовательной среды инженерного вуза**  
Аполлонов И.А., Тучина О.Р. **132** **Ontological grounds for educational environment security at engineering university**  
Apollonov I.A., Tuchina O.R.
- Государственная поддержка интеллектуального потенциала российских школьников: приоритеты инженерно-технического образования**  
Емельянова И.Н., Теплякова О.А., Тепляков Д.О. **141** **State support for intellectual potential of Russian schoolchildren in the context of law and pedagogy**  
Emelyanova I.N., Teplyakova O.A., Teplyakov D.O.
- Учить и учиться проектировать инженерную деятельность**  
Шейнбаум В.С., Пятибратов П.В. **154** **Teach and learn to design engineering activity**  
Sheinbaum V.S., Pyatibratov P.V.
- Социально-экономическое развитие региона как определяющий фактор организации практической проектной подготовки будущих специалистов цифрового производства**  
Ечмаева Г.А., Малышева Е.Н. **164** **Socioeconomic development of the region as a determining factor in the organization of practical project training for future specialists in digital production**  
Echmaeva G.A., Malysheva E.N.
- Учебная задача как компонент профессиональной деятельности обучающихся в среде виртуальной реальности**  
Жигалова О.П. **174** **Educational task as a component of professional activity of students in a virtual reality environment**  
Zhigalova O.P.

УДК 372.851\853

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_1

## К ВОПРОСАМ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ: НЕОБХОДИМОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ НА УРОКАХ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

**Алексеевна Альбина Камаловна,**  
кандидат педагогических наук, доцент,  
a.k.alekseevnina@utmn.ru

Тюменский государственный университет,  
Россия, 625003, г. Тюмень, ул. Володарского, 6.

Статья посвящена вопросам формирования функциональной грамотности школьников с использованием кейсов на уроках математики и физики в основной школе. Основы подготовки инженерных кадров закладываются в школе, в особенности на таких предметах, как физика и математика. Способность использовать свои знания и умения для полноценного функционирования в реальной жизни является показателем современного школьного образования. Проанализированы понятие, компоненты и содержание функциональной грамотности в педагогике, методике преподавания физики и математики, обоснована необходимость её формирования у школьников на уроках физики и математики. Анализ трудов в этой области и опыта учителей показывает, что изучение предмета со стороны заучивания, решения шаблонных учебных задач, а также конкретизации условий задач и вопросов зачастую приводит учащихся к непониманию, как в реальной жизни можно использовать полученные в ходе обучения знания, умения и навыки, что снижает уровень функциональной грамотности. Приводится описание методических рекомендаций по формированию функциональной грамотности школьников с использованием кейсов. Дана оценка практического использования кейсов по формированию функциональной грамотности школьников на уроках физики и математики. Актуальность исследования заключается в предложении практически значимого метода формирования функциональной грамотности школьников. Эффективность формирования функциональной грамотности зависит от нескольких составляющих: во-первых, содержание материала должно соответствовать дидактическим требованиям обучения; во-вторых, разработанный и используемый дидактический материал должен быть направлен на развитие определенных компетенций и формирование мировоззрения обучающегося; в-третьих, необходимо использовать материалы, где рассматриваются ситуации, приближенные к реальным жизненным ситуациям, где учащийся не только должен найти проблему, но и предложить пути ее решения, используя полученные в ходе обучения знания, умения.

**Ключевые слова:** функциональная грамотность, математическая грамотность, естественнонаучная, квест, обучение физике, обучение математике.

Сегодня в системе образования идет ускоренными темпами модернизация, ориентированная на интеграцию в мировое образовательное пространство. В связи с этим вводятся новые критерии соответствия национальной системы образования международным образовательным стандартам. Одним из таких критериев является функциональная грамотность [1].

Современный выпускник должен уметь использовать приобретенные в школе и в течение всей жизни знания, умения и навыки для решения жизненных задач во всех сферах человеческой деятельности, то есть быть функционально грамотным.

Опыт учителей физики и математики по подготовке современного выпускника показывает, что изучение предмета со стороны заучивания, решения шаблонных учебных задач, а также конкретизации условий задач и

вопросов зачастую приводит учащихся к непониманию, как в реальной жизни можно использовать полученные в ходе обучения знания, умения и навыки, что снижает уровень функциональной грамотности.

Одной из наиболее остро стоящих задач в современной России является необходимость новой индустриализации. В значительной части утрачен кадровый потенциал инженеров, конструкторов и проектировщиков. Упал престиж инженерной профессии, снизилось качество подготовки специалистов научно-технического и производственного профиля [2].

Постоянное появление новых технологий требует непрерывного технологического образования, причём на всех уровнях образования: в общеобразовательной школе, в учреждениях среднего профессионального образования, в вузах, на курсах переподготовки и повышения квалификации.



Подготовка инженерных кадров закладывается с дошкольного возраста. Формирование элементарных инженерных компетенций плавно перетекает в школьное образование. Особый интерес для подготовки инженера представляют такие предметы, как физика и математика, в рамках которых продолжают формироваться базовые знания, умения и навыки инженерных кадров. А способность использовать свои знания и умения для полноценного функционирования в реальной жизни является показателем современного школьного образования.

Функциональная грамотность, на наш взгляд, определяет эти способности.

На данный момент не существует определенной методики, направленной на формирование функциональной грамотности. Однако комплексное использование различных методов, приемов, средств и форм организации обучения позволяет достичь оптимально продуктивного результата.

Исследованием феномена функциональной грамотности занималось множество отечественных ученых (Е.И. Огарев, Г.В. Онушкин, В.В. Мацкевич, С.А. Крупник, А.Н. Леонтьев и др.), которые с различных сторон трактовали понятия «функциональная грамотность». Так, к примеру, В.Г. Онушкин, Е.И. Огарев рассматривают функциональную грамотность в контексте проявления активной грамотности, то есть в применении навыков письма, чтения и счета в повседневной жизни [3].

Немного иного взгляда на определение функциональной грамотности придерживаются В.В. Мацкевич и С.А. Крупник, определяющие функциональную грамотность как уровень знаний, умений и навыков, обеспечивающий взаимодействие человека в обществе [4].

Опыт отечественных исследований последних десятилетий приводит к пониманию того, что определение функциональной грамотности, данное А.А. Леонтьевым, можно считать наиболее точным и обобщающим взгляды ученых. То есть функциональная грамотность – это способность использовать знания, умения, способы в реальном действии при решении широкого круга задач, выходящих за пределы учебных ситуаций, в задачах, не похожих на те, где эти знания умения, способы приобрелись [5].

Целью исследования является разработка методических рекомендаций по проектиро-

ванию и применению комплекта кейсов, направленных на формирование функциональной грамотности учащихся, на уроках физики и математики основной школы.

Функциональная грамотность в образовательном процессе рассматривается как комплекс знаний, умений, отношений и ценностей в процессе формирования определенных компетенций, направленных на активное взаимодействие индивида в социальной среде [6].

Современная школа относительно недавно начала методическую работу, направленную на формирование функциональной грамотности у школьников. Поэтому учителя физики и математики организуют образовательный процесс, направленный на формирование функциональной грамотности учащихся, с помощью выбора методов, приемов обучения и соответствующего дидактического материала.

Рассмотрим виды функциональной грамотности [7]:

#### 1. Математическая грамотность:

- умения: применение математического аппарата и его интерпретирование для решения задач в разнообразных практических контекстах;
- навыки: использование математических понятий, процедур, фактов и инструментов для описания, объяснения и предсказания явлений;
- отношения и ценности: понимание роли математики в мире; высказывание хорошо обоснованных суждений.

#### 2. Читательская грамотность:

- умения: понимание письменных текстов; размышление о них и заинтересованность чтением;
- навыки: использование письменных текстов для расширения знаний и возможностей в социальной жизни;
- отношения и ценности: понимание роли чтения в расширении возможности участия в жизни социума.

#### 3. Естественнонаучная грамотность [8]:

- умения: применение естественнонаучных знаний; оценка и планирование научных исследований; интерпретирование данных и доказательств;
- навыки: проведение расчетов и оценки реальности полученных значений физических величин;
- отношения и ценности: понимание знаний о явлениях в повседневной жизни для обеспечения безопасности, сохра-

нения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде.

#### 4. Глобальные компетенции:

- умения: аналитическое мышление; эффективное взаимодействие с окружающими; способность сочувствовать; гибкость;
- навыки: взаимодействие с социумом;
- отношения и ценности: открытость представителям иных культур; уважение других культур и культурных отличий; широта взглядов; ответственность.

#### 5. Финансовая грамотность:

- умения: использование для решения практических задач знаний о банковских услугах; прогнозирование неочевидных расходов;
- навыки: планирование и учёт финансов; правильное отношение к финансам;
- отношения и ценности: понимание роли финансов и капитала в производстве и жизни человека.

#### 6. Креативное мышление:

- умения: активное проявление инициативы в вопросах разработки новых технологий;
- навыки: планирование деятельности;
- отношения и ценности: понимание роли инноваций в жизни человека.

Таким образом, из приведенного анализа видов функциональной грамотности и обобщенного представления о грамотности можно сделать вывод о том, что функциональная грамотность (в частности, школьника) – это «повседневная мудрость», способность решать задачи за пределами парты, грамотно строить свою жизнь и не теряться в ней. То есть это знания, умения и навыки для решения функциональных проблем в образовательном процессе и в обыденной жизни, а также при взаимодействии с обществом [9]. Формирование функциональной грамотности направленно на становление человека в профессиональном и личностном смысле, а именно, способствует возникновению у учащихся определенных комплексов и компетенций, составляющих базу компетентностного подхода.

Международное исследование функциональной грамотности PISA относит к компонентам функциональной грамотности читательскую, математическую и естественнонаучную грамотность – то есть способность применять знания из этих областей в

реальной жизни; а также глобальные компетенции, финансовую грамотность для школьников, их креативное и критическое мышление. В рамках обучения физике и математике основными компонентами функциональной грамотности являются математическая и естественнонаучная.

При разработке и подборе дидактического наполнения обучения, направленного на формирование функциональной грамотности, необходимо учитывать несколько составляющих. Во-первых, содержание материала должно соответствовать дидактическим требованиям обучения. Во-вторых, разработанный и используемый дидактический материал должен быть направлен не на отработку навыков решения определенного вида заданий (к примеру, PISA подобных заданий), а на развитие определенных компетенций и формирование мировоззрения обучающегося. В-третьих, необходимо использовать материалы, где рассматриваются ситуации, приближенные к реальным жизненным ситуациям, где учащийся не только должен найти проблему, но и предложить пути ее решения, используя полученные в ходе обучения знания, умения.

Поэтому для формирования естественнонаучной и математической грамотности целесообразно применять на уроках физики и математики кейсы.

При этом кейс понимается как учебные конкретные ситуации, специально разрабатываемые на основе фактического материала с целью последующего разбора на учебных занятиях. Обучающимся для рассмотрения предоставляется описание ситуации, содержащей противоречие или проблему, которая провоцирует активное обсуждение [10].

Для решения этого противоречия или проблемы учащиеся анализируют эту ситуацию, рассматривают различные пути решения и выбирают наиболее оптимальный.

Применение кейсов в обучении способствует развитию метапредметных знаний и умений, так как поиск решения предложенной кейс-ситуации может выходить за рамки использования одной дисциплины, а также помогает оценить сформированность определенных компетенций у обучающихся, в том числе коммуникативной компетенции.

Исследование проводилось в школах Тюменской области: МАОУ СОШ № 1, 9, 15, 16, города Тобольска и МАОУ Кутарбитская СОШ, Тобольский район, село Кутарбитка.

Рассмотрим причины применения кейсов для формирования функциональной грамотности учащихся в основной школе:

1. Развитие навыков структурирования информации. В большинстве кейсов содержится достаточно большой объем избыточной информации, которую для поиска решения учащимся необходимо структурировать. Поэтому применение кейсов как одно из средств формирования функциональной грамотности способствует формированию умений учащихся, связанных с структурированием и обработкой информации.
2. Актуализация и критическое оценивание накопленного опыта в практике принятия решений. Кейсы в большинстве своем основываются на рассмотрении реальной ситуации из жизни в учебной деятельности, поэтому их применение способствует повышению мотивации (ученик лучше воспринимает и изучает тему, если понимает, как в жизни эта тема может пригодиться). Кроме того, решение кейсов способствует развитию критического мышления (самостоятельное принятие решения способствует тому, что ученик анализирует правильность своих рассуждений).
3. Эффективная коммуникация в процессе коллективного поиска и обоснования решения. Одной из основных компетенций выпускника основной и средней школы является коммуникативная компетенция. Так как функциональная грамотность отражается в компетентностном подходе, основные компетенции выпускника отражены в ней. Поэтому применение кейса как средства формирования функциональной грамотности способствует развитию коммуникативной компетентности.
4. Учет возрастных и психологических особенностей учащихся. Характерной особенностью подросткового возраста является стремление учащихся к самостоятельности принятия решений, а также активное взаимодействие между учащимися и учителем. Поэтому эффективным будет применение интерактивных и активных методов обучения, к которым относится метод кейсов.

Необходимым условием успешного использования кейсов как средств формирования функциональной грамотности является учет особенностей разработки и использования

как обычных кейсов, так и заданий по формированию функциональной грамотности.

Особенностями заданий, направленных на формирование функциональной грамотности, является:

- Представление проблемы вне предметной области и ее решение с применением предметных знаний;
- Описываемая жизненная ситуация для обучающихся близка и понятна.
- Текст предлагаемых заданий приближен к проблемным ситуациям, которые могут встречаться в обычной жизни.
- Ситуация, представленная в задании, требует от ученика осознанного выбора модели поведения.
- Вопросы задания изложены кратко и понятно.
- Перевод с бытового языка на язык предметной области (математики, физики и др.)
- Использование графических элементов (рисунки, таблицы, схемы).

Этапы работы над кейсами:

*1 этап.* Формирование дидактических целей создания кейса. На данном этапе определяется место кейса в структуре учебной дисциплины, задачи и цель его внедрения. (Так, при разработке кейсов по геометрии, кейсы «Строительство», «Пищерия» были направлены на освоение темы «Окружность»).

*2 этап.* Определение сути проблемной ситуации, которая будет использована как основа кейса. На данном этапе необходимым является учет особенностей заданий, направленных на формирование функциональной грамотности. Кейсы должны отражать контекст близкий для понимания обучающихся. Например, большинство разработанных кейсов отражают личный контекст (то есть они направлены на формирование интереса и отношения к ситуации самого учащегося).

*3 этап.* Формулирование основных тезисов, которые отразятся в описании ситуации. Здесь описывается ситуация для понимания учащимися проблемы, которую они должны рассмотреть и решить.

*4 этап.* Отбор информации, необходимой для более убедительного описания ситуации и наполнения кейса. На основе особенностей разработки кейса и особенностей заданий по формированию функциональной грамотности в качестве дополнительной информации хорошо применять таблицы и схемы, которые отражают реальную картину.

*5 этап.* Выбор вида кейса. Для эффективной работы над кейсом необходимо учитывать временные границы, в которых будет использован данный кейс. Для урока открытия новых знаний и умений использование кейса может быть применено в течение 10–15 мин на этапе закрепления знаний, полученных на уроке. На уроках систематизации и обобщения знаний кейсы могут использоваться практически весь урок.

*6 этап.* Написание текста кейса (описание ситуации) и формирование приложений. При разработке кейсов важно использовать лаконичный, точный и понятный язык (отсутствие формализма и полной научности в описании ситуации), для ознакомления с некоторыми непонятными для учащихся терминами возможно предоставление глоссария или использование обучающимися дополнительных источников информации.

*7 этап.* Использование кейса в образовательном процессе по физике и математике в основной школе.

*8 этап.* Уточнение и корректировка кейсов. Разработка окончательных рекомендаций по выполнению.

При создании кейса необходимо придерживаться основной структуры кейса:

1. Название. Оно должно быть кратким и запоминающимся.
2. Введение. Это, как правило, мотивационный компонент кейса. Здесь приводится историческая справка или какие-то информационные сведения, которые могут вызвать в дальнейшем интерес учащихся.
3. Основная часть, которая содержит в себе информационный блок, проблему, заключённую в предлагаемой ситуации.
4. Кейс-вопросы, которые главным образом помогают обучающимся определить самостоятельно основную проблему, а также нацелиться на решение проблемной ситуации по рассмотрению определенной темы урока.

Обязательным компонентом кейса является наличие заданий, которые необходимо выполнить, либо сформулированных вопросов для обсуждения. Должны присутствовать чёткие инструкции по работе с ситуацией.

Важная часть кейса – характеристика и критерии оценивания работы с кейсом. Так, в качестве оценки решения кейса была взята пятибалльная шкала. Главной составляющей решения кейса была выделена самостоятель-

ность поиска решения, а также компетенции, формируемые при решении кейса.

Применение кейсов в образовательном процессе предусматривает наличие конкретной ситуации, которая и будет предметом обсуждения для учащихся. Рассмотрим отличительные особенности таких ситуаций:

1. Ситуация, являющаяся стержнем кейса, проектируется конкретно для целей обучения. Проработанность кейса с методической точки зрения должна: а) создавать творческую атмосферу; б) обеспечивать целенаправленный характер поисков решения и совместной дискуссии.
2. Ситуация, которая лежит в основе кейса, должна быть: а) реальной; б) актуальной с точки зрения интересов и потребностей обучающихся.
3. В качестве основы кейса лучше использовать конкретные примеры, которые лучше всего запоминаются и активизируют обсуждение в малых группах.
4. Ситуация должна позволять отработать на практике способы применения освоенных теоретических знаний для решения определенного класса проблем.

На основе требований федерального образовательного стандарта, особенностей заданий, направленных на формирования функциональной грамотности учащихся, а также требований к проектированию и использованию в образовательной деятельности кейсов были разработаны и проведены следующие уроки с применением кейсов:

- по геометрии: Взаимное расположение прямой и окружности (кейс «Пищерия», Касательная к окружности (кейс «Сельское хозяйство»), Решение задач по теме: «Касательная к окружности» (кейс «Строительство»), Центральный угол (кейс «Часы»), Теорема о вписанном угле (кейс «Стринг Арт»).
- по алгебре: Решение задач с помощью рациональных уравнений (кейс «Дорога дальняя»), Решение задач с помощью рациональных уравнений (кейс «Резьба по кости»).
- по физике: Последовательное соединение проводников («Гирлянда»), Параллельное соединение проводников (кейс «Освещение»), Решение задач по теме: Соединение проводников (кейс «Соединение проводников»), Работа и мощность электрического тока (кейс «Коммунальные платежи»).

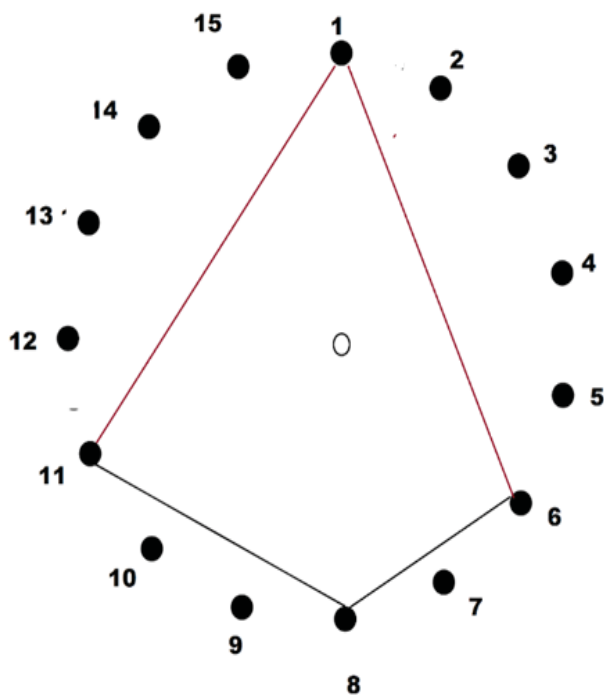


Рис. 1. Схема стринг-арта  
Fig. 1. Scheme of the shear-art

Примеры кейсов:

*Пример 1.* Кейс по геометрии «Стринг-Арт».

Кейс-ситуация: Вам предлагается составить схему будущего стринг-арта. Для составления схемы есть несколько условий: Нить должна проходить через все гвозди. Начало нити перед прохождением к гвоздику должно начинаться в 11 или 6 и заканчиваться в 6 или 11 гвоздике (рис. 1).

Кейс-вопросы: 1) Проанализируйте ситуацию. 2) Выявите моменты, указывающие на возможность применения свойств вписанного угла окружности. 3) Какая схема получится? 4) Какой угол получается при соединении нитки из 9 гвоздя через гвоздь 2 в 7 гвоздь? 5) Какие углы будут равны углу, образованному в п. 4?

Критерии оценивания:

«Отлично» – обучающийся самостоятельно анализирует ситуацию. На окружности нитками для создания рисунка строится угол (вписанный). Используя свойства вписанного угла, найдем значение угла 927. Угол 927 опирается на центральный угол 907. Отсюда следует, что 927 равен половине угла 907. Угол 907 равен  $48^\circ$ , отсюда следует, что угол 927 равен  $24^\circ$  (т. к. окружность разделена на 15 дуг, угол между двумя гвоздями равен 24 градуса). Все рассматриваемые в кейс-ситуации углы упираются на дугу 987 (рис. 2). Цифрами обозначены номера гвоздей, которые расположены

по окружности на равных расстояниях и делят окружность на дуги.

«Хорошо» – допущена одна ошибка, ИЛИ решено с подсказками учителя.

«Удовлетворительно» – кейс-ситуацию ученик решил с помощью учителя.

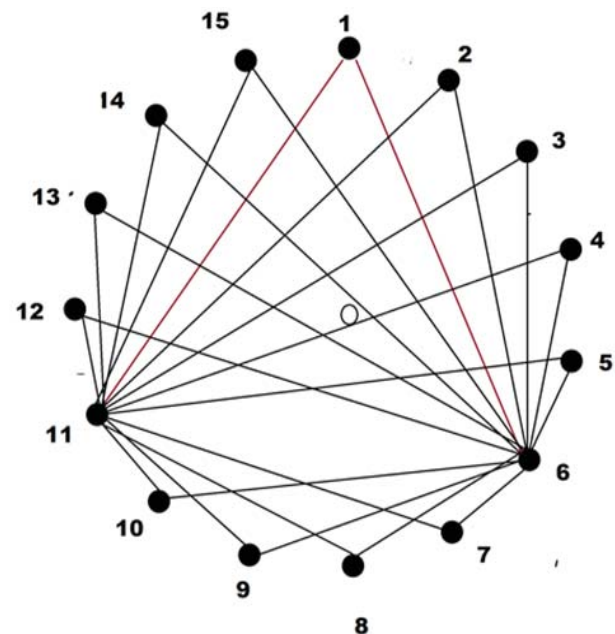


Рис. 2. Схема выполненного стринг-арта  
Fig. 2. Scheme of the performed string art

*Пример 2.* Кейс по алгебре «Резьба по кости».

Кейс-ситуация: Ближайшее производство косторезных изделий, находящееся не далеко от нас, – Тобольская косторезная фабрика. Одни из видов изделий, обладающих большим спросом, на данной фабрике – сувенирная продукция с изображением города Тобольска. На фабрике трудятся работники с различным стажем и мастерством. Категория мастерства для каждого мастера зависит от скорости изготовления оправленной продукции (имеющей большой спрос).

Даны скорости изготовления изделий:

- Статуэтка: мастер – 2 шт./ч, художник – 4 шт./ч, стажер – 6 шт./ч;
- Брелоки: мастер – 0,2 шт./ч, художник – 0,167 шт./ч, стажер – 0,125 шт./ч;
- Шахматы: мастер – 24 шт./ч, художник – 30 шт./ч, стажер – 32 шт./ч.

На завод, поступил заказ на изготовление 240 брелоков. Для их изготовления было выбрано два кандидата А. Иванов и О. Петров. Норма выполнения для каждого работника – 120 брелоков. Известно, что А. Иванов выполнил работу на 2 часа раньше своего кол-

леги, при этом он делает за час на 2 брелока больше. Нам стало интересно, какой квалификации два этих рабочих.

Кейс-вопросы: 1) Проанализируйте данную ситуацию. 2) Сколько деталей изготавливает каждый рабочий за час? 3) Какая квалификация у работников? 4) Какие моменты указывают на применение дробно-рациональных уравнений для решения задач? 5) Как эффективнее организовать работу для данного заказа?

Критерии оценивания:

«Отлично» – самостоятельно анализируют ситуацию. Составлена математическая модель

$$\frac{120}{x} + 2 = \frac{120}{x-2}.$$

Приведено решение. Правильно записан ответ (Зависимость выполненной работы от времени. Предлагается увеличение объемов изделий для работника с более высокой квалификацией и уменьшение для работника с более низкой квалификацией).

«Хорошо» – допущена ошибка в определении квалификации мастеров ИЛИ логическая ошибка в предложении увеличении эффективности труда.

«Удовлетворительно» – кейс-ситуацию ученик решил с помощью учителя.

*Пример 3.* Кейс по физике «Освещение».

Кейс-ситуация: Представим, что в будущем вам придется проводить проводку в своем доме или в квартире. В одной из комнат вам необходимо смонтировать две лампочки. Схема параллельного подключения ламп считается наиболее распространенной. Такой вариант подключения используют профессионалы в быту при монтаже освещения.

Кейс-вопросы: 1) Проанализируйте ситуацию. 2) Начертите схему соединения данных ламп. 3) Рассчитайте силу тока каждой лампы, если известно, что приблизительное значение напряжения сети 220 В, а сопротивление первой лампочки 1000 Ом, второй – 488 Ом.

Критерии оценивания:

«Отлично» – обучающийся самостоятельно анализирует ситуацию. Правильно изображает параллельное соединение 2 и более ламп. Рассчитывают силу тока (0,22 А). Грамотно записан ответ.

«Хорошо» – правильно приведено решение, но допущены вычислительные ошибки или ошибки в обозначении элементов схемы.

«Удовлетворительно» – кейс-ситуацию ученик решил с помощью учителя.

Критериями эффективности применения кейсов по физике и математике были предложены математическая и естественнонаучная грамотность, проверяемая разработанными ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования» диагностическими работами по проверке естественнонаучной и математической грамотности.

Рассмотрим примеры типичных заданий, которые применялись для диагностики математической и естественнонаучной грамотности учащихся в 8 классе:

1. Пример задания для диагностики математической грамотности учащихся.

Учащийся из России изучает английский язык, проживая в американской семье. В один из учебных дней он почувствовал себя плохо. Врач осмотрел его и сообщил, что он не может пойти в школу, так как температура его тела составляет 100 °F.

Чтобы понять, почему учащемуся следует остаться дома, определите температуру его тела в градусах Цельсия и оцените её в соответствии со следующей информацией: от 35 до 36,4 °C – пониженная; от 36,5 до 37 °C – нормальная; от 37,1 до 39 °C – повышенная; выше 39 °C – высокая.

Запишите температуру в градусах Цельсия и оценку температуры.

2. Пример задания для диагностики естественнонаучной грамотности учащихся.

В каком направлении должны двигаться положительно заряженные частицы внутри батарейки в то время, когда батарейка создаёт электрический ток во внешней цепи?

Отметьте один верный вариант ответа.

А) от положительного полюса к отрицательному; В) от отрицательного полюса к положительному; С) из центра батарейки к её стенкам; Д) от стенок батарейки к её центру.

Исходя из результатов начальной и конечной диагностики уровня функциональной (математической, и естественнонаучной) грамотности, можно проследить следующие изменения в среднем проценте выполнения диагностических работ и в доле учащихся с различными уровнями сформированности функциональной (математической и естественнонаучной) грамотности:

1. Обучающиеся 8 класса имеют довольно низкий уровень сформированности функциональной грамотности (как математической, так и естественнонаучной). Если сопоста-

- вить результаты диагностики с 1000-бальной школой, выделяемой PISA, то учащиеся не достигли и порогового второго уровня сформированности функциональной грамотности (по 1000-бальной шкале для математической грамотности, учащиеся, не достигшие порогового второго уровня – от 0 до 358 баллов, для естественнонаучной грамотности – от 0 до 335 баллов).
2. Сравнивая начальные и конечные результаты диагностики, можно говорить о положительной динамике среднего процента, набранного учащимися при выполнении работ (математическая грамотность – 7,38 %, естественнонаучная грамотность – 7,78 %)
  3. По результатам диагностики некоторые учащиеся перешли на более высокий уровень сформированности функциональной грамотности. Если до начала диагностики бала доля учащихся с недостаточным уровнем сформированности функциональной грамотности, по результатам конечной диагностики некоторые учащиеся с недоста-
  - точного и низкого уровня сформированности перешли на более высокий уровень (низкий и средний соответственно).
  4. В дальнейшем планируется разработка методических рекомендаций по формированию функциональной грамотности на уроках физики и математики в интернет-приложении, на платформе для электронного обучения Microsoft Teams.
  5. Результаты апробации кейсов по математике и физике, направленных на формирование функциональной грамотности, показали, что существует положительная тенденция формирования функциональной грамотности у учащихся 8 класса.
- Таким образом, исследование по формированию функциональной грамотности с использованием кейсов на уроках физики и математики основной школы имеет положительные результаты. Поэтому возникает необходимость в разработке учебных кейсов по физике и математике, способствующих формированию функциональной грамотности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные подходы к оценке естественно-научной грамотности // Центр оценки качества образования Института стратегии развития образования Российской академии образования. URL: [http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018\\_pub.html](http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_pub.html) (дата обращения: 29.03.2022).
2. Дроздов Б.В. Концепция новой индустриализации России. Предложения к обсуждению. URL: <https://rusrand.ru/ideas/koncepciya-novoy-industrializacii-rossii-osnovnyye-polojeniya> (дата обращения 17.01.2022).
3. Онушкин В.Г., Огарев Е.И. Проблема грамотности в контексте социальных перемен // Человек и образование. – 2006. – № 8–9. – С. 44–49. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-gramotnosti-v-kontekste-sotsialnyh-peremen-1> (дата обращения: 19.09.2021).
4. Крупник С.А., Машкевич В.В. Функциональная грамотность в системе образования Беларуси. – Мн.: Академия последипломного образования, 2003. – 125 с.
5. Леонтьев А.А. Психология обучения чтению // Начальная школа: плюс-минус. – 1999. – № 10. URL: <http://school2100.com/izdaniya/magazine/archive/1999-10> (дата обращения: 19.09.2021).
6. Чигишева О.П., Солтовец Е.М., Бондаренко А.В. Интерпретационное своеобразие концепта «функциональная грамотность» в российской и европейской теории образования // Интернет-журнал «Мир науки» – 2017. – Т. 5. – № 4. URL: <http://mir-nauki.com/PDF/45PDMN417> (дата обращения: 17.03.2022).
7. Бунеев Р.Н. Понятие функциональной грамотности // Образовательная программа «Школа 2100». Педагогика здравого смысла. Сборник материалов / под науч. Ред. А.А. Леонтьева. – М.: «Баласс», ИД РАО, 2003. – С. 35–42.
8. Естественно-научная грамотность: сборник эталонных заданий: выпуск 1 / Г.С. Ковалёва, А.Ю. Пентин, Е.А. Никишова, Г.Г. Никифоров / под ред. Г.С. Ковалёвой, А.Ю. Пентина. – М.; СПб: Просвещение, Санкт-Петербургский филиал издательства «Просвещение», 2023. – 95 с.
9. Подрезова Н.С., Алексеевнина А.К. Формирование естественнонаучной грамотности обучающихся при изучении тепловых явлений в физике // Mendeleev. New Generation. Сборник материалов II Региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Киров, Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2020. – С. 64–66.
10. Чулова Ю.С. Кейс-метод как разновидность интерактивного метода обучения // Психология и педагогика: методика и проблемы практического применения. – 2016. – № 51. – С. 124–128.

Дата поступления: 10.04.2022 г.

Дата принятия: 25.10.2022 г.

UDC 372.851\853

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_1

## ON THE ISSUES OF CONTINUING EDUCATION FOR ENGINEERING PERSONNEL: THE NEED TO FORM FUNCTIONAL LITERACY OF SCHOOLCHILDREN AT THE LESSONS OF PHYSICS AND MATHEMATICS

**Albina K. Alekseevna,**

Cand. Sc., associate professor,

a.k.alekseevna@utmn.ru

University of Tyumen, 6, Volodarsky street, Tyumen, 625003, Russia.

This article is devoted to the formation of functional literacy of schoolchildren with the use of cases at the lessons of mathematics and physics in the basic school. The foundations of engineering training are laid at school, especially in such subjects as physics and mathematics. The ability to use your knowledge and skills to function fully in real life are indicators of modern school. The concept, structure and maintenance of functional literacy in pedagogics, a technique of teaching of physics and mathematics are analyzed, the necessity of its formation for schoolchildren at lessons of physics and mathematics is proved. The analysis of works in this area and the experience of teachers shows that the study of the subject from the side of memorization, solution of template academic tasks, as well as specification of the conditions of tasks and questions, often leads students to misunderstanding of the way of applying knowledge abilities and abilities acquired during training, which reduces the level of functional. The description of methodical recommendations for the formation of functional literacy of schoolchildren with the use of cases is given. The practical use of cases in the formation of functional literacy of schoolchildren in physics and mathematics lessons is evaluated. The relevance of the research consists in proposing the practically significant method of formation of functional literacy of schoolchildren. Efficiency of formation of functional literacy depends on several components:

firstly, the content of the material must meet didactic teaching requirements; secondly, developed and used didactic material should be aimed at developing certain competencies and forming students' world outlook; thirdly, you must use materials where situations close to real life situations are considered.

**Key words:** functional literacy, mathematical literacy, natural science, quest, teaching physics, teaching mathematics.

### REFERENCES

1. Osnovnye podkhody k otsenke estestvennonauchnoy gramotnosti [Basic approaches to the assessment of natural science literacy]. *Tsentr otsenki kachestva obrazovaniya Instituta strategii razvitiya obrazovaniya Rossiyskoy akademii obrazovaniya* [Center for Educational Quality Assessment of the Institute for Education Development Strategy of the Russian Academy of Education]. Available at: [http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018\\_pub.html](http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_pub.html) (accessed: 29 March 2022).
2. Drozdov B.V. *Kontseptsiya novoy industrializatsii Rossii. Predlozheniya k obsuzhdeniyu* [The concept of the new industrialization of Russia. Suggestions for discussion]. Available at: <https://rusrand.ru/ideas/koncepciya-novoy-industrializatsii-rossii-osnovnye-polojeniya> (accessed 17 January 2022).
3. Onushkin V.G., Ogarev E.I. Problema gramotnosti v kontekste sotsialnykh peremen [The problem of literacy in the context of social changes]. *Chelovek i obrazovanie*, 2006, no. 8–9. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-gramotnosti-v-kontekste-sotsialnyh-peremen-1> (accessed 19 September 2020).
4. Krupnik S.A., Matskevich V.V. *Funktsionalnaya gramotnost v sisteme obrazovaniya Belarusi* [Functional literacy in the education system of Belarus]. Minsk, Akademiya posle diplomnogo obrazovaniya, 2003. 125 p.
5. Leontyev A.A. *Psikhologiya obucheniya chteniyu* [Psychology of teaching reading]. *Nachalnaya shkola: plus-minus*, 1999, no. 10. Available at: <http://school2100.com/izdaniya/magazine/archive/1999-10> (accessed 19 September 2021).
6. Chigisheva O.P., Soltovets E.M., Bondarenko A.V. Interpretational characteristics of the concept «functional literacy» in Russian and European theory of education. *Internet-zhurnal «Mir nauki»*, 2017, Vol. 5, no. 4. In Rus. Available at: <http://mir-nauki.com/PDF/45PDMN417> (accessed: 17 March 2022).
7. Buneev R.N. Ponyatie funktsionalnoy gramotnosti [The concept of functional literacy]. *Obrazovatel'naya programma «Shkola 2100». Pedagogika zdravogo smysla. Sbornik materialov* [Educational program «School 2100». Pedagogy of common sense. Collection of materials]. Ed. by A.A. Leontiev. Moscow, Balass, RAE Publ., 2003. pp. 35–42.



8. Kovaleva G.S., Pentin A.Yu., Nikishova E.A., Nikiforov G.G. *Estestvenno-nauchnaya gramotnost: sbornik etalonnykh zadaniy. Vypusk 1* [Natural science literacy: a collection of reference tasks. Iss. 1]. Eds. G.S. Kovalova, A.Yu. Pentin. Moscow, St-Petersburg, Prosveshchenie Publ., 2023. 95 p.
9. Podrezova N.S., Alekseevna A.K. Formirovanie estestvennonauchnoy gramotnosti obuchayushchikhsya pri izuchenii teplovykh yavleniy v fizike [Formation of natural science literacy of students in the study of thermal phenomena in physics]. *Mendeleev. New Generation. Sbornik materialov LI Regionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh* [Mendeleev. New generation. Collection of materials LI Regional scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists]. Kirov, Mezhtseleynyy tsentr innovatsionnykh tekhnologiy v obrazovanii Publ., 2020. pp. 64–66.
10. Chulova Yu.S. Keys-metod kak raznovidnost interaktivnogo metoda obucheniya [Case method as a kind of interactive teaching method]. *Psikhologiya i pedagogika: metodika i problemy prakticheskogo primeneniya*, 2016, no. 51, pp. 124–128.

Received: 10 April 2022.  
Reviewed: 25 October 2022.

УДК 378

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_2

## ТЕНДЕНЦИИ ЦИФРОВИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

**Меньшикова Ирина Петровна,**

кандидат химических наук, главный специалист,  
Факультет нефтегазохимии и полимерных материалов,  
ira.menshikova@gmail.com

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,  
Россия, 125047, г. Москва, Миусская площадь, 9.

Процессы индустриализации, глобализации и активного внедрения цифровых технологий привели к масштабным изменениям в области образования. В рамках повышения цифровой компетентности обучающихся происходит полная пересборка образовательных программ и пересмотр необходимых образовательных технологий. **Целью** данной статьи является системный анализ педагогических технологий, которые можно применять как для очных, так и для смешанных или дистанционных форматов обучения. **Анализ** проблемного поля исследований показывает, что вузы не готовы на данный момент к переходу на гибридный (смешанный) или полностью дистанционный форматы обучения, особенно в направлениях организации практической подготовки обучающихся. **Новизна** работы заключается в представлении возможных алгоритмов подготовки университетов к переходу на смешанный формат обучения с учетом тенденций в онлайн-образовании. В качестве актуальной на данный момент проблемы описана необходимость выбора и/или разработки определенной модели цифровых компетенций на основе существующих моделей: модели цифровых компетенций (Digital Competences); модели цифровых навыков ЮНЕСКО; модели ключевых компетенций цифровой экономики. В вопросах оценивания уровня развития цифровых компетенций обучающихся обсуждена необходимость разработки норм создания цифрового портфолио и цифрового следа, а также перспективность применения искусственного интеллекта. **Методология и методы:** научный базовый метод теоретико-эмпирического исследования: методы монографического исследования, анкетного опроса, методы работы со специализированными программными продуктами, интернет-источниками, методы анализа, синтеза, сопоставления, индукции и дедукции.

**Ключевые слова:** дистанционный формат, смешанный формат, модели цифровых компетенций, геймификация, технология обучения.

### Введение

Процессы индустриализации, глобализации и активного внедрения цифровых технологий привели к масштабным изменениям в области образования [1]. В рамках национального проекта «Цифровая экономика» реализуется несколько инициатив, которые оказывают косвенное или прямое воздействие на появление тенденций в сфере образования:

- подготовка кадров для цифровой экономики (совершенствование системы образования с целью повышения компьютерной грамотности и развития цифровых компетенций);
- рост числа разработок в области искусственного интеллекта, а также его интеграция в бизнес-процессы;
- обсуждение системы правового регулирования цифровой экономики, вопросов кибербезопасности и регулирования интеллектуальных прав собственности.

Период пандемии 2020 г. привел к масштабному переходу на смешанные (гибрид-

ные) форматы обучения, что остро выявило необходимость полного пересмотра применяемых педагогических технологий, а также самой структуры образовательных программ: введение дополнительных часов на изучение цифровых дисциплин, проведение части занятий в дистанционном формате, а также подключение цифровых и удаленных лабораторий для организации образовательного процесса [2, 3]. **Целью** данной статьи является системный анализ педагогических технологий, которые можно применять как для очных, так и для смешанных или дистанционных форматов обучения. При этом особый интерес вызывает обсуждение вопросов организации практикоориентированного обучения естественнонаучных дисциплин в смешанном или полностью дистанционном форматах. **Анализ проблемного поля исследования** направлен на выявление и систематизацию тех изменений, которые происходили при нескольких этапах модернизации онлайн-образования. Первые попытки интеграции дистанционных

форматов начались более 20 лет назад. Как пример можно привести запуск первого удаленного курса на получение звания «магистр здравоохранения» (Master of Public Health) в Манчестерском университете в 2002 г. Опрос студентов в университетах США в 2012 г. показал, что к этому времени уже около 30 % студентов (а именно, 6,7 из 20 млн обучающихся) активно использовали онлайн-курсы. В России активное развитие цифровой образовательной среды началось с 2016 г., когда на заседании президиума Совета по стратегическому развитию, посвященному развитию образования, были обозначены приоритетные направления, одним из которых являлась цифровизация обучения. После нескольких лет апробации цифровых технологий в 2020 г. в Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» были внесены поправки, касающиеся уточнения терминологической базы для дистанционных форматов обучения. Большинство высших учебных заведений были не готовы к ускоренному внедрению гибридного обучения, основная проблема заключалась в отсутствии отработанных механизмов интеграции, а также проявилась необходимость повышения компьютерной грамотности педагогического состава и популяризация использования принципиально иных цифровых инструментов и электронного контента самих дисциплин. **Новизна** работы заключается в учете как российского, так и международного опыта модернизации образовательного процесса в вузах и описания возможных алгоритмов перехода на гибридный (смешанный) формат обучения. Показано, что эффективность дистанционного обучения определяется использованием инновационных педагогических технологий, которые лежат в основе проектирования и реализации дистанционных курсов. **Методология и методы исследований.** С целью оценивания релевантности опыта перехода вузов на дистанционный формат обучения был проведен сравнительный анализ литературы [1–6] и образовательных программ вузов России и Европы, а также учтены тенденции, которые были характерны для нескольких поколений изменений в онлайн-образовании. Применялись такие методы, как: сравнительно-сопоставительный анализ проблемы перехода на дистанционные форматы в педагогической литературе, методы опроса и педагогического наблюдения.

## Результаты исследования и их обсуждение

### Виды образовательных технологий

Для того чтобы провести анализ тенденций в инженерном образовании, необходимо уточнить терминологический словарь, а именно: что понимается под педагогической технологией и какие образовательные технологии обычно используются в процессе подготовки инженеров [3]. В педагогической науке и практике используется два термина – «методическая система» и «педагогическая технология». Методы предполагают некоторую эклектичность их применения, несвязанность. Технология – системность, интеграция, взаимообусловленность. И метод, и технология – это предписание, инструкция о выполнении какой-либо деятельности – её содержании, составе, порядке действий, акты обучения, ведущие к достижению цели. Одни и те же методы могут быть по-разному связаны в той или иной технологии [3].

Для формирования личностно-профессиональных компетенций обучающихся в инженерном образовании применяют следующие виды педагогических технологий [4–6]:

- метод проектов;
- технология проблемно-модульного обучения;
- репродуктивные педагогические технологии;
- проблемно-развивающие технологии;
- эвристические технологии;
- личностно-ориентированные технологии;
- интерактивные технологии;
- мотивационные педагогические технологии;
- технология моделирования содержания образования в педагогической деятельности.

Рассмотрим примеры реализации нескольких наиболее часто используемых педагогических технологий. *Метод проектов* известен и успешно применяется уже достаточно давно как в высших учебных заведениях, так и в среднем и основном общем образовании. Всемирная инициатива CDIO (Conceiving – Designing – Implementing – Operating), направленная на модернизацию инженерного образования, основана как раз на имплементации проектного и проблемного подходов. Задачей CDIO является такое обучение, в основе которого лежит освоение инженерной деятельности в соответствии с моделью «4П»: планировать (Conceiving) – проектировать (Designing) – производить (Implementing) – применять (Operating) реальные системы, процессы и продукты на международном рынке.

Философия CDIO определяет контекст инженерного образования, образуя культурное пространство, в котором происходит обучение, практика и освоение технических знаний и других навыков. Многие российские университеты присоединились к инициативе CDIO, некоторые университеты реализуют проектное обучение и без участия в деятельности сообщества.

Приведем несколько успешных практик интеграции проектного обучения в образовательный процесс:

Институт опережающих технологий в составе Донского государственного технического университета (ДГТУ) проводит обучение на базе проектного подхода. Каждый образовательный модуль, в рамках которого обучающиеся не только приобретают новые знания, но и выполняют определенный проект, посвящен определенной тематике.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» разработал и реализует программу магистратуры по направлению подготовки «Технологии и материалы цифрового производства» на базе практико-ориентированного подхода, где основная задача – формирование самых необходимых навыков: проектирование, прототипирование, программирование и организация производственных процессов.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) уже много лет реализует проектно-ориентированное обучение, а также проводит дополнительные курсы профессиональной переподготовки по проектному менеджменту «Управление проектами». В 2020 г. ТПУ открыл магистерскую программу «Интернет вещей и цифровое производство» для подготовки инженеров, способных интегрировать современные информационные технологии в работу промышленного предприятия, при этом процесс обучения также построен на базе проектного подхода.

Иркутский национальный исследовательский технический университет имеет структурное подразделение Siberian School of Geosciences (Сибирская школа геонаук), реализующее образовательные программы двух типов: «Проектный трек» и исследовательская магистратура «IT in Geology». Обучение построено с активным применением проектного подхода, а также большим числом производственных геологопоисковых работ [7].

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана организовал Школу проектного лидера [8]. В числе её задач – развитие умений управления проектами, навыков эффективной устной коммуникации.

Московский физико-технический институт при построении образовательного процесса использует образовательный подход «Обучение через или посредством действия» (Learning-by-Doing). Примером может являться магистерская программа «Управление цифровой трансформацией». Программа реализуется в гибридном формате обучения при соединении теории и методологии с практической проектной деятельностью (Learning-by-Doing).

Уральский федеральный университет реализует концепцию индивидуальных образовательных траекторий на базе проектного обучения совместно с развитием системы цифровых сервисов для поддержки образовательного процесса и созданием электронных баз данных онлайн-курсов.

Российский химико-технологический университет (РХТУ) им. Д.И. Менделеева в настоящий момент реализует дисциплины по управлению проектами для обучающихся 1 курса программы бакалавриата на некоторых факультетах с выполнением различных видов проектов инженерной и научно-исследовательской направленности в последующих семестрах. Рассмотрим подробнее отдельный пример – образовательную программу бакалавриата 18.03.01 «Химическая технология» на 2021–2025 учебные года, реализующуюся на факультете нефтегазохимии и полимерных материалов: в учебный план были введены следующие дисциплины: «Управление проектами. Базовый курс», «Инженерный проект», «Научно-исследовательский проект» и «Технологический проект». Также была введена дисциплина «Обзор индустрии», в рамках которой предполагается знакомство обучающихся с основными достижениями в области научно-исследовательских разработок, описание направлений деятельности кафедр, а также посещение обучающимися площадок академических и промышленных партнеров.

*Технология проблемно-модульного обучения* представляет собой разбивку учебных дисциплин на относительно небольшие самостоятельные и завершённые единицы образовательной программы – модули, направленные на формирование определен-

ных компетенций, которые часто называют майнорами [2–8]. Так, в Тюменском государственном университете обучающимся предоставляется возможность сформировать индивидуальные учебные планы, которые содержат обязательные для изучения дисциплины, и набор элективных дисциплин – майноров, которые можно выбрать из списка численностью более 500 единиц.

РХТУ им. Д.И. Менделеева на некоторых факультетах, выбранных в качестве пилотных площадок, приступил к модификации образовательного процесса и реализации программ бакалавриата в рамках концепции индивидуальных образовательных траекторий. Первые два года обучающиеся изучают обязательные дисциплины плюс имеют возможность выбрать факультативные дисциплины из предложенного списка. После двух лет обучения происходит распределение по профессиональным направлениям, в рамках которых также возможен выбор как обязательных, так и факультативных дисциплин. Помимо перечня дисциплин в профессиональных направлениях есть возможность изучать элективные дисциплины по другим направлениям, не связанным со специализацией, что позволит развить компетенции в дополнительной сфере деятельности.

В настоящее время в образовательный процесс активно внедряются образовательные технологии, направленные на смещение акцента с преподавателя на обучающегося. Так, при применении *личностно-ориентированных технологий* характерен перенос приоритетов на личность обучающегося и его познавательную деятельность; замена традиционной парадигмы образования «преподаватель–знания–обучающийся» на новую «обучающийся–знания–преподаватель»; ориентация на индивидуальные особенности и формирование целостной личности обучающегося, способной к быстрой адаптации в постоянно меняющихся ситуациях профессиональной деятельности, самостоятельному приобретению знаний, применению их на практике; сбору, отбору, анализу и оценке информации, необходимой для выполнения профессиональной деятельности.

При интеграции *интерактивных технологий* (англ. interact: inter – взаимный, act – действовать) акцент делается на способ взаимодействия преподавателя и обучающихся, который чаще всего выражен в виде диалога

или дискуссии. Такие форматы взаимодействия способствуют тому, что обучающиеся начинают мыслить неординарно, аргументировать свои позиции; развивают такие черты, как умение выслушать иную точку зрения, умение сотрудничать, проявляя при этом толерантность [4–6].

#### ***Изменение видов образовательных технологий при переходе от очного к дистанционному и гибриднему формату обучения***

При переходе к дистанционным форматам обучения изменяются как форматы занятий, так и используемые образовательные технологии и виды деятельности. В литературе [3] предлагается рассматривать четыре основные модели организации обучения:

- 1) применение электронных ресурсов в качестве дополнительного материала;
- 2) смешанное обучение с частичным использованием электронного контента для освоения дисциплины при очных видах занятий;
- 3) гибридный (смешанный) формат обучения – с очными и дистанционными видами занятий – с применением электронного контента;
- 4) исключительно дистанционное обучение.

Смешанные (гибридные) форматы обучения часто относят к асинхронным, что подразумевает освоение части материала обучающимися индивидуально, без помощи или присутствия преподавателя. При реализации асинхронного обучения возможна организация коммуникаций в чатах, почте, либо организация комментирования ресурсов на платформе, а также индивидуальное/групповое выполнение заданий. Сравнительный анализ очного, дистанционного, а также смешанного форматов обучения показал, что при очных форматах возможна реализация активных методов обучения, что приводит к большей вовлеченности студентов, увеличению доли времени на очные коммуникации преподавателей и студентов. Онлайн обучение позволяет обеспечить большую вариативность педагогических технологий, совмещение индивидуального и группового стилей обучения, очных и дистанционных форматов. При реализации дистанционных форматов обучения существует много цифровых подходов для привлечения и удержания внимания – разные форматы видеоматериалов, использование различных аудиоматериалов и приложений,

а также применение подходов геймификации при разработке оценочных средств или обучающих материалов. В целом реализация смешанных форматов обучения подразумевает более гибкое обучение, которое по вариативности стилей и технологий может быть более личностно-ориентированным.

**Дорожная карта подготовки вузов к переходу на смешанный формат обучения.  
Изменение в онлайн-обучении**

Среди этапов перехода вузов на смешанный формат можно выделить три направления: учет имеющегося материально-технического оснащения и финансов, анализ уровня развития информационно-компьютерной грамотности преподавательского состава, а также модификация образовательных программ с интегрированием цифровых технологий. Более подробная информация представлена в табл. 1, которая отражает вариант дорожной карты подготовки университетов к переходу на смешанный формат обучения [4–6].

Согласно литературным данным [2–6], онлайн-обучение претерпевало три этапа развития (табл. 2).

В течение первого этапа фокус был на изменении форматов материалов. Помимо бумажных носителей активное использование получили электронные книги, аудиоматериалы, видеоконференции, а также различное

программное обеспечение, что позволило сделать образовательный процесс более персонализированным.

Во время второй генерации фокус изменений был смещен с модификации образовательных материалов на активное развитие и использование цифровых технологий, которые можно применять в виртуальном классе. Организация интерактивной коммуникации подразумевала применение таких ресурсов, как: видеоканалы, материалы интернет-сайтов и т. д. Происходила модернизация структуры образовательных курсов. В результате были выработаны следующие рекомендации для разработки онлайн-курса [6]:

- 1) изучение образовательных потребностей. SWOT-анализ;
- 2) разработка дорожной карты;
- 3) дизайн образовательной программы (макроуровень);
- 4) составление рабочей программы дисциплины;
- 5) выбор LMS;
- 6) обсуждение необходимой численности педагогического состава;
- 7) разработка обучающих материалов;
- 8) решение вопроса о типе сертификатов или любых других удостоверяющих документов.

В период третьей волны изменений онлайн-образования происходит переход к индивидуальным образовательным траекториям

**Таблица 1.** Дорожная карта подготовки университетов к переходу на смешанный формат обучения [5]  
**Table 1.** Road map of preparing universities to transition to the blended learning format of education [5]

1. Анализ наличия финансовых и материальных ресурсов (учет материально-технического оснащения, а также устойчивого подключения к высокоскоростному интернету) Analysis of the availability of financial and material resources (taking into account the material and technical equipment, as well as a stable connection to high-speed Internet)
2. Оценка уровня развития компьютерной грамотности преподавательского состава и диагностика готовности к осуществлению занятий в дистанционном или смешанном форматах Assessment of the level of development of computer literacy of the teaching staff and diagnostics of readiness for the implementation of classes in distance or hybrid formats
3. Анализ наличия записанных онлайн курсов и увеличение их численности, создание базы данных, а также выбор из массовых открытых онлайн-курсов (MOOC) Analysis of the availability of recorded online courses and increasing their number, creating a database, as well as choosing from massive open online courses (MOOC)
4. Модификация образовательных программ с учетом смешанного формата обучения должна приводить к модернизации следующих областей Modification of educational programs taking into account the blended learning format should lead to the modernization of the following areas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Образовательная среда/Educational environment</li> <li>• Способы получения знаний (цели курса, оптимальные образовательные технологии, возможность применения технологии перевернутого класса)</li> <li>• Ways of obtaining knowledge (goals of the course, optimal educational technologies, the possibility of using flipped classroom technology)</li> <li>• Структурирование и систематизация данных/Structuring and organizing data</li> </ul>

**Таблица 2.** Этапы модернизации онлайн-обучения [5]  
**Table 2.** Steps of modernization of online-education [5]

Онлайн-обучение/Online learning	Виды материалов/Types of materials
<p><i>Первый этап модернизации / First generation</i>            Фокус на различных форматах материалов            Focus on various formats of materials</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Бумажные носители/Paper media</li> <li>• Электронные книги/Electronic books</li> <li>• Аудиоматериалы/Audio materials</li> <li>• Видеоконференции/Vide Conferencing</li> <li>• Программное обеспечение/Software</li> </ul>
<p><i>Второй этап модернизации / Second generation</i>            Фокус на технологиях, которые можно применить в виртуальном классе            Focus on technologies that can be applied in a virtual classroom</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Видеоканалы/Video channels</li> <li>• Онлайн материалы/Online materials</li> <li>• Организация интерактивной коммуникации: электронная почта, чаты и т. д. Organization of interactive communication: e-mail, chats, etc.</li> </ul>
<p><i>Третий этап модернизации / Third generation</i>            Фокус на гибкой модели с учетом индивидуальных особенностей обучающихся            Focus on a flexible model, taking into account the individual characteristics of students</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Специально разработанные онлайн материалы Specially designed online materials</li> <li>• Ресурсы для саморефлексии (ведение блогов, электронное портфолио и т. д.) Resources for self-reflection (blogging, e-portfolio, etc.)</li> <li>• Симуляторы, виртуальные технологии и технологии расширенной реальности Simulators, virtual technologies and augmented reality technologies</li> <li>• Приложения/Applications</li> </ul>

обучающихся, намечается путь от индивидуализации к персонализации и адаптивной персонализации [6–8]. Активная работа начинает вестись не просто по развитию образовательных цифровых платформ, а по разработке адаптированных персонализированных цифровых платформ. Одним из возможных примеров может быть цифровая платформа Knewton, позволяющая корректировать индивидуальные образовательные траектории обучающихся в зависимости от результатов их промежуточных оценок. При втором и третьем этапе изменений онлайн образования происходит активное развитие неформальных образовательных форматов и ресурсов (чаты, соцсети, боты). В рамках виртуальных классов происходит внедрение таких активностей, как онлайн-консультации, организация обсуждений и выполнения заданий в сообществах, различные виды организации письменных видов коммуникаций (чаты, блоги, интернет-сообщества), также активно развиваются локальные сообщества, посвященные образовательным тематикам. В рамках образовательного процесса организации расширяют подписки на различные виды периодических изданий.

Помимо дистанционных форматов обучения в вузе все большую популярность набирают MOOC (массовые открытые онлайн-курсы), реализующие систему дополнительного профессионального образования. Среди недостатков организации образовательного

процесса в работах [6–8] отмечается, что обучение требует существенных усилий по привлечению, мотивации и удержанию внимания слушателей.

При этом растущая конкуренция между возможностью получить образование в вузе или с помощью открытых образовательных ресурсов приводит к ряду изменений в образовательных трендах, среди которых можно выделить следующие:

- массовизация образования;
- распространение парадигмы long life learning;
- изменение различных форматов оценивания знаний и уровней развития компетенций;
- распространение командных форм реализации проектов, а также форматов наставничества и руководства в формате коучинг;
- интеграция личностно-ориентированного подхода;
- индивидуализация процесса обучения;
- распространение подходов геймификации.

Отдельную трудность представляет организация процесса изучения естественнонаучных дисциплин в дистанционном формате. В качестве возможного варианта решения данной проблемы может быть использована интеграция подхода геймификации, а также ресурс виртуальных (VR) и удаленных (дистанционных) лабораторий. При этом под подходом геймификации нельзя понимать только разработку игрового образовательного кон-

тента, в настоящий момент появляется большое число обучающих интерактивных приложений, которые позволяют оценивать уровень развития универсальных и профессиональных компетенций специалистов, а также рекомендовать образовательные программы для повышения квалификации. Так, компания «Газпромнефть-СМ», оператор бизнеса масел «Газпром нефти», с 2018 г. реализует обучающий проект G-Energy Academy для сотрудников партнерских и дистрибьюторских компаний [9, 10]. Целью обучающих программ G-Energy Academy является повышение уровня знаний и практических навыков сотрудников, задействованных в продажах смазочных материалов под брендами G-Energy, G-Profi, Gazpromneft. Асинхронная модель построения образовательного контента включает современные цифровые решения, online и offline тренинги, тесты, а также использование диалоговой симуляции, очков виртуальной реальности. В программу включены виртуальные экскурсии по производственным площадкам, тренинги для механиков на станциях технического обслуживания и другие интерактивные инструменты.

Еще одним примером геймификации являются разработки компании «Росатом». В концерне «Росэнергоатом» разработана мобильная платформа «АТОМЭВЕНТ» для поддержки проведения мероприятий и организации интерактивной коммуникации участников [11]. Платформа позволяет в кратчайшие сроки, даже не обладая специальными навыками программирования, подготовить мобильное приложение под конкретное мероприятие или серию событий, установить его на телефон, где будет доступна вся информация – программа, докладчики, презентационные материалы, схема проезда, план выставочной зоны и другое. Приложение собирается по принципу конструктора из настраиваемых блоков и элементов и имеет широкие возможности для брендинга под конкретное мероприятие или компанию. Администраторы мероприятия через веб-интерфейс или непосредственно в приложении могут в режиме реального времени менять любую информацию и оповещать всех участников через push-уведомления на телефоне.

В 2019 г. компания ПАО «СИБУР Холдинг» представила партнерам и клиентам образовательную онлайн платформу «Бизнес практики СИБУР», на которой размещены вебинары,

видеолекции, а также онлайн курсы повышения квалификации. Обучение ведется по трем направлениям как экспертами СИБУРа, так и приглашенными спикерами: «Продукты компании», «Организация эффективного производства» и «Практики управления» [12].

Если анализировать возможности для организации практических занятий по естественнонаучным дисциплинам, то перспективным является частичная интеграция дистанционного учебного эксперимента в образовательные программы инженерного направления. Так, в работе [13] приводится краткий аналитический обзор систем автоматизированной лаборатории дистанционного доступа по электронике и электротехническим дисциплинам, созданной в Казанском национальном исследовательском техническом университете им. А.Н. Туполева. Отмечается, что перевод лабораторного практикума на дистанционную форму обучения дает следующие основные преимущества [12, 13]:

- 1) круглосуточная автоматическая работа дистанционной учебной лаборатории (без преподавателя и лаборанта, лабораторных помещений и посадочных мест для студентов и т. п.). В качестве положительных аспектов отмечается сокращение учебных площадей, оптимизация учебного расписания, экономия за счет сокращения часов, выделенных на проведение занятий преподавателями (до 30–40 % фонда заработной платы);
- 2) индивидуализация и повышение качества обучения;
- 3) общедоступность дистанционной лаборатории из любой географической точки и в любое время, что приводит к расширению образовательного пространства вуза.

Над разработкой виртуальных лабораторий активно работают многие организации. В [14–17] проведен анализ структурных схем систем дистанционных лабораторий, которые функционируют в Норвежском университете науки и технологии (Norwegian University of Science and Technology); политехническом институте г. Хьеллер; национальном университете Сингапура; национальном институте Сербии, а также инженерном колледже г. Майсур. В работе [12] описаны требования, которые должны быть учтены при разработке и внедрении систем дистанционных лабораторий в инженерно-технический образовательный процесс:



- удаленный доступ к ресурсам дистанционной лаборатории через телекоммуникационные сети общего пользования;
- возможность использования нескольких дистанционных лабораторий;
- возможность одновременной работы пользователей в режиме разделения времени;
- организация и обработка очереди запросов;
- обработка пользовательских запросов на основе реальных измерений на физических объектах;
- возможность дополнения реальных объектов исследования их виртуальными моделями.

В дальнейшем разработка систем дистанционных лабораторий может быть использована для того, чтобы обеспечить полностью дистанционный формат обучения в вузе. Такую перспективу нельзя не рассматривать в свете того, что многие вузы переходят не просто на интеграцию смешанных форматов обучения, а полностью на реализацию образовательного процесса в дистанционном формате. Например, Minerva Project – стартап-университет, где нет лекций и экзаменов, а в основу образовательного процесса положена технология перевернутого класса. Осенью 2021 г. университет открыл первый в своей истории полноценный набор на различные специальности. Все занятия проходят исключительно в режиме онлайн, с большой долей различных форматов онлайн-коммуникаций. При этом за 4 года обучения есть возможность получения двух дипломов. Нишу университетов, реализующих только онлайн-форматы обучения, занимают более массовые конкуренты Минервы, например, такие как: University of the People, Coursera, которая вышла на рынок полноценных магистерских программ, 2U.

#### **Цифровые компетенции как новый вид компетенций будущего**

Если сместить фокус с рассмотрения педагогических технологий на виды компетенций, которые развиваются при дистанционных форматах обучения, то нужно обсудить цифровые компетенции, а также понятие «цифровая компетентность».

Понятие цифровой компетентности наиболее полно и последовательно было рассмотрено в исследовании, проведенном Фондом развития интернет и факультетом психологии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в 2013 г. [18]. Авторы этого исследования под цифровой

компетентностью понимают «основанную на непрерывном овладении компетенциями (системой соответствующих знаний, умений, мотивации и ответственности) способность индивида уверенно, эффективно, критично и безопасно выбирать и применять инфокоммуникационные технологии в разных сферах жизнедеятельности (работа с контентом, коммуникацией, потреблением, техносферой), а также его готовность к такой деятельности» [17, 18].

Современный перечень цифровых компетенций указан в приказе Минэкономразвития России от 24.01.2020 № 41 «Об утверждении методик расчета показателей Федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»». В него вошли пять ключевых компетенций цифровой экономики:

- коммуникация и кооперация в цифровой среде;
- саморазвитие в условиях неопределенности;
- креативное мышление;
- управление информацией и данными;
- критическое мышление в цифровой среде [19, 20].

Среди различных моделей цифровых компетенций можно выделить три основные:

- модель цифровых компетенций (Digital Competences – DigComp 2.0);
- модель цифровых навыков ЮНЕСКО;
- модель ключевых компетенций цифровой экономики.

Рассмотрим подробнее каждую из моделей.

#### *Модель цифровых компетенций (Digital Competences)*

*Модель цифровых компетенций DigComp 2.0* [21] описывает цифровые навыки и компетенции, которые могут быть рассмотрены как многомерные с возможностью реализации для решения нескольких типов задач:

- 1) систематизация информационных потоков и работа с данными: навыки систематизации и хранения данных, работа с базами данных, навыки использования данных для решения различных задач;
- 2) области коммуникации и коллаборации: навыки организации различных способов коммуникации и коллаборации с использованием цифровых технологий;
- 3) работа с цифровым контентом: разработка и модификация цифрового контента, использование информации из различных

- цифровых источников, разработка инструкций для использования программного обеспечения;
- 4) обеспечение цифровой безопасности: здоровьесберегающие технологии при работе с цифровыми устройствами; защита персональных данных (методы, практика); типологизация вредоносных программ и методов борьбы с ними; виды интернет-мошенничества; антивирусное программное обеспечение; разработка нормативной документации по обеспечению кибербезопасности;
  - 5) идентификация и решение проблем: решение технических проблем при работе технических устройств и использовании цифрового пространства; использование материального оборудования или нематериального программного обеспечения для разработки и создания новых продуктов; идентификация проблем в области развития цифровых технологий; обсуждение вопросов информационно-психологической безопасности личности в цифровом обществе, обсуждение проблемных кейсов по развитию мотивации и ответственности по использованию информационных технологий.

#### *Модель цифровых навыков ЮНЕСКО*

Согласно модели цифровых навыков ЮНЕСКО цифровые навыки или компетенции могут быть разделены на несколько подклассов [22]:

*Функциональные цифровые навыки* (или пользовательские навыки), которые позволяют пользователям получать доступ к основным операциям и выполнять их. Среди пользовательских навыков выделяют базовые, психомоторные и производные. Примером базовых навыков является способность работать с различными техническими устройствами, файлами, интернетом, онлайн-сервисами, приложениями. Среди психомоторных навыков выделяют такие, как: способность печатать на клавиатуре, работать с сенсорными экранами.

Среди навыков более высокого уровня выделяют *профессиональные навыки*, которые означают использование цифровых технологий для расширения возможностей и преобразований, например, для разработки программного обеспечения.

Помимо навыков, цифровые компетенции включают осведомленность и отношение к использованию технологий.

#### *Модель ключевых компетенций цифровой экономики*

*Базовая модель компетенций цифровой экономики (БМК)* – система выявления, фиксации, систематизации, хранения и актуализации информации о ключевых компетенциях цифровой экономики, включающая общепринятый язык их описания и механизмы согласования (протоколы обмена данными) между различными моделями. БМК устанавливает единую структуру ключевых и профессиональных компетенций на основе общей теории деятельности: ценности – цель (предмет) – действия [23].

Перечень ключевых компетенций устанавливается на основе анализа структуры деятельности в сложном цифровом мире.

Перечень ключевых компетенций цифровой экономики

1. *Коммуникация и кооперация в цифровой среде.* Компетенция предполагает способность человека в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей.
2. *Саморазвитие в условиях неопределенности.* Компетенция предполагает способность человека ставить себе образовательные цели под возникающие жизненные задачи, подбирать способы решения и средства развития (в том числе с использованием цифровых средств) других необходимых компетенций.
3. *Креативное мышление.* Компетенция предполагает способность человека генерировать новые идеи для решения задач цифровой экономики, абстрагироваться от стандартных моделей: перестраивать сложившиеся способы решения задач, выдвигать альтернативные варианты действий с целью выработки новых оптимальных алгоритмов.
4. *Управление информацией и данными.* Компетенция предполагает способность человека искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач.

5. *Критическое мышление в цифровой среде.* Компетенция предполагает способность человека проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных.

***Перспективность применения искусственного интеллекта в сфере образования***

В вопросе интеграции цифровых технологий в образовательный процесс наиболее перспективным направлением выглядит применение искусственного интеллекта (ИИ). Возможность ИИ устанавливать связи между разрозненными источниками данных поможет учащимся выявить те сферы, в которых им потребуется взаимодействие в режиме реального времени или дополнительная помощь. В результате ИИ позволяет разработать индивидуальную образовательную траекторию для каждого обучающегося с учетом его сильных и слабых сторон, способностей и поставленных задач. Прогнозная аналитика и машинное обучение также обладают значительным потенциалом для развития социальных и эмоциональных навыков, необходимых в процессе обучения, поскольку позволяют преподавателям сделать учебный процесс персонализированным на основе анализа как качественных, так и количественных данных, чтобы содействовать учащимся в овладении этими навыками [23, 24].

Несмотря на потенциал ИИ, некоторые серьезные проблемы остаются по-прежнему актуальными, особенно в том, что касается равенства возможностей, таких как доступ к интернету и возможность осуществлять обмен данными. На сегодняшний день около 43 % населения мира не имеет доступа к интернету. Более того, некоторые программы с применением искусственного интеллекта могут нарушать права человека. Большую значимость при интеграции ИИ в образовательный процесс представляют вопросы безопасности использования механизмов ИИ с учетом этических аспектов, которые сейчас активно обсуждаются в большинстве стран [23–26].

Искусственный интеллект сыграет важную роль в решении еще одной серьезной задачи, стоящей перед специалистами в области образовательных технологий: осуществление персонализированной оценки знаний. С учетом диаграммы Блума в настоящий момент большинство форм промежуточных и итоговых

оцениваний направлены на проверку знания, понимания информации, меньшее число – на умение анализировать информацию, а также применять ее для решения проблемных кейсов, и единичные примеры форм – на умение проводить синтез информации, а также дизайн эксперимента или исследования. Более того, в большинстве существующих форм оцениваний не учтена возможность количественной оценки уровня развития универсальных и профессиональных компетенций, что затрудняет составление портрета выпускника вуза.

В настоящий момент достаточно быстро развивается проект «Искусственный интеллект», организаторами которого является университет 20.35, Агентство стратегических инициатив, а также университет НТИ [27]. Проект направлен на предоставление открытого доступа к практико-ориентированным образовательным программам по искусственному интеллекту от лучших российских и мировых университетов (115 курсов, формат кейс-методов). В процессе обучения участники решают кейсы от передовых IT-компаний и участвуют в мероприятиях Университета НТИ, развивая практически навыки работы. Полученные знания и навыки формируют цифровой профиль участников, подтверждаемый сертификатом соответствия специалисту в сфере Искусственного интеллекта, согласованным с профессиональным стандартом.

В вопросах оценивания уровня развития цифровых компетенций обучающихся большое значение приобретают понятия цифрового портфолио и цифрового следа. Так, университетом 20.35 был разработан стандарт цифрового следа [28]. Проведено описание типов данных, которые составляют цифровое портфолио и цифровой след, перечислены критерии качества цифрового следа, а также алгоритмы работы с цифровым следом [28].

К данным, характеризующим образовательную и профессиональную деятельность человека, отражающим динамику его компетентностного развития, относятся [28]:

- *данные диагностики:* показатели компетентности, показатели метапредметных компетенций и личностных качеств;
- *данные о намерениях:* сведения об артикуляции фокуса внимания, выбора, предпочтений или намерений участников деятельности;
- *данные образовательного содержания:* сведения о содержании образовательных

модулей, программ и других образовательных активностей, включая тематические и учебные планы, программно-методические комплексы, фонды оценочных средств, контрольно-измерительные и справочные материалы, а также зафиксированные в электронном виде образовательные события;

- *данные образовательного процесса:* сведения о фактическом участии в мероприятии или деятельности, сведения о взаимодействии участников деятельности друг с другом и с информационными системами, включая информацию о действиях пользователей, а также данные коммуникаций;
- *данные образовательного опыта:* сведения о качественно-количественных характеристиках деятельности человека и/или групп людей, включая описание целей, задач и критериев качества деятельности, проектируемого и фактически достигнутого результата;
- *данные участия в деятельности:* сведения об описании деятельности, компетентностной разметки деятельности, ожидаемый образ результата деятельности, критерии качества результата деятельности;
- *данные оценки образовательного результата:* сведения о полученных оценках деятельности, включая рефлексивные оценки, формальные оценки за прохождение контрольно-измерительных испытаний, взаимное оценивание и иные виды оценок, в том числе сформированных сторонним наблюдателем;
- *данные о состояниях:* сведения о физиологическом, психоэмоциональном и когнитивном состоянии участников деятельности, а также состоянии образовательной среды.

Формирование цифрового портфолио и цифрового следа обучающихся позволит составить матрицу компетенций выпускников вузов, в которой будут учтены количественные показатели изменений уровня развития универсальных и профессиональных компетенций обучающихся.

***Статические данные опросов обучающихся для оценивания эффективности обучения в высших учебных заведениях***

Для оценивания эффективности обучения большинство вузов, а также компаний регулярно проводят различные формы опросов

обучающихся с целью оценивания успешности реализации смешанных форматов обучения. Так, в [29] описан пример реализации опроса среди 31423 обучающихся из вузов, представляющих все федеральные округа РФ. Целью опроса было оценивание эффективности реализации дистанционных форматов обучения. Среди положительных факторов дистанционного обучения респонденты назвали отсутствие необходимости тратить время на дорогу к месту учёбы и обратно (21,7 %) и возможность самостоятельно структурировать своё рабочее время (12,3 %); для 13,8 % респондентов – это возможность применения новых ресурсов и технологий, а для 10,3 % – освоение новых навыков. Отрицательные факторы работы в дистанционном формате в большинстве ответов связаны с ограничением социальной жизни и контактов, а также уменьшением времени на очные занятия с преподавателями (около 19,0 % респондентов отметили именно эти моменты в качестве отрицательных). Более половины опрошенных не готовы рассматривать перевод своего обучения в онлайн-формат (51,9 %). Треть респондентов отметили, что реализовать такой переход можно частично в зависимости от специфики изучаемых дисциплин (31,9 %). Полностью готовы перейти в онлайн 16,2 % участников опроса. Возможные формы организации дистанционной работы участники опроса оценили следующим образом. Считают самым оптимальным для себя комбинированное обучение, когда используются все возможные формы организации коммуникации между преподавателем и студентом (59,0 %). Синхронное обучение (чтение лекций и ведение семинаров в режиме реального времени на онлайн-платформах) предпочитают 29,5 % ответивших. Только каждый десятый респондент выбрал вариант асинхронного обучения, когда необходимо осваивать лекции по записям и учиться в режиме самостоятельной работы (10,4 %) [29].

В российском химико-технологическом университете им. Д.И. Менделеева (РХТУ им. Д.И. Менделеева) на факультете нефтегазохимии и полимерных материалов в осеннем семестре 2021 г. обучающиеся также были переведены на смешанный (гибридный) формат обучения в связи со сложившейся тяжелой эпидемиологической ситуацией. Опрос обучающихся об уровне реализации дистанционного формата обучения показал, что

61,5 % респондентов вполне удовлетворены результатами обучения, 33,8 % – частично удовлетворены, 4,7 % – не удовлетворены. При этом большинство обучающихся не имеют проблем с доступом к электронным устройствам: так, более 50 % респондентов ответили, что имеют собственный ноутбук или стационарный компьютер, около 20 % имеют собственный планшет, а 18 % используют мобильный телефон. При оценивании качества обучения в дистанционном формате (лекции и семинары) с использованием Zoom, MS Team по 10-балльной шкале высокие оценки от 7 до 10 баллов поставили 81,7 % обучающихся. Подробности оценивания отображены в табл. 3. При этом более 60 % обучающихся отметили, что учебная нагрузка при переходе на дистанционный формат обучения не изменилась или уменьшилась и только 25 % респондентов отметили, что нагрузка возросла.

При этом качеством контента профильных и непрофильных дисциплин удовлетворены более 60 % опрошенных (для профильных дисциплин распределение среди респондентов было следующее: 67,7 % – вполне удовлетворены; 32,3 % – частично удовлетворены; для непрофильных дисциплин: вполне удовлетворены 53,8 %; частично удовлетворены – 41,5 % и не удовлетворены – 4,6 %).

**Таблица 3.** Результаты опроса студентов бакалавриата об эффективности организации обучения в рамках лекций и практических занятий в дистанционном формате (шкала 0–10: 0 – минимальный балл, 10 – максимальный балл)

**Table 3.** Results of a survey of undergraduate students on the effectiveness of organizing lectures and practical classes in a distance format (scale 0–10: 0 – minimum score, 10 – maximum score)

Баллы Points	Доля обучающихся (в %) Share of students (in %)
1–3	3,0
4	6,1
5	9,1
6	12,1
7	16,7
8	13,6
9	10,6
10	28,8

Среди минусов дистанционных форматов обучения респонденты наиболее часто называли следующие:

- сложность выполнения практических заданий без объяснения преподавателя;
- сложность самостоятельного изучения материала;
- нехватка очных дискуссий с преподавателями;
- трудности удерживания внимания при просмотре видеолекций;
- большой объем материала для самостоятельного изучения;
- отсутствие возможности обсудить с одногруппниками изучаемый материал;
- низкий уровень информационно-компьютерной грамотности.

Среди положительных моментов организации дистанционного обучения большинство опрошенных называли:

- возможность повторного просмотра видеолекций;
- индивидуальный темп обучения;
- возможность сохранения обучающих материалов;
- возможность обучения в индивидуальном режиме.

В целом обучающиеся достаточно высоко оценили дистанционный формат занятий, указав как одну из зон дальнейшего роста необходимость увеличения доли практических занятий в удаленных лабораториях.

### Заключение

Таким образом, анализируя тенденции в области цифровизации высшего образования, необходимо отметить, что общие изменения в экономике и социальных сферах, которые связаны с процессами глобализации, приводят к быстрому увеличению целевой аудитории, что обуславливает активную интеграцию цифровых технологий в образовательный процесс, разработку онлайн-курсов, а также различных форматов дистанционного обучения. При этом важно отметить, что новые форматы должны отвечать тенденциям мобильности обучающихся как в прямом, так и в переносном смысле. Важно реализовать возможность выбора дисциплин при формировании индивидуальных образовательных траекторий, гибкость при развитии профессиональных компетенций, возможность модульного обучения, а также реализацию обучения с применением электронного контента, например, такого как приложения для смартфонов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конанчук Д., Волков А. Эпоха «Гринфилда» в образовании // Исследование SEDeC. Центр образовательных разработок Московской школы управления СКОЛКОВО (SEDeC), 2013. – 50 с. URL: [chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcglclefindmkaj/https://www.skolkovo.ru/public/media/documents/research/education\\_10\\_10\\_13.pdf](chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcglclefindmkaj/https://www.skolkovo.ru/public/media/documents/research/education_10_10_13.pdf) (дата обращения: 12.03.2022).
2. Roux I., Nagel L. Seeking the best blend for deep learning in a flipped classroom – viewing student perceptions through the community of inquiry lens // International journal of educational technology in Higher Education. – 2018. – V. 15. – № 6. – P. 1–28.
3. Blended learning: the new normal and emerging technologies / C. Dziuban, C.R. Graham, P.D. Moskal, A. Norberg, N. Sicilla // International journal of educational technology in Higher Education. – 2018. – V. 15. – № 3. – P. 1–16.
4. Galvis A.H. Supporting decision-making processes on blended learning in higher education: literature and good practices review // International journal of educational technology in higher education. – 2018. – V. 15. – № 25. – P. 1–38.
5. Bralic A., Dijak B. Integrating MOOCs in traditionally taught courses: achieving learning outcomes with blended learning // International journal of educational technology in higher education. – 2018. – V. 15. – № 2. – P. 1–16.
6. Современные образовательные технологии в учебном процессе вуза / Н.Э. Касаткина, Т.К. Градусова, Т.А. Жукова, Е.А. Кагакина, О.М. Колупаева, Г.Г. Солодова, И.В. Тимонина. – Кемерово: ГОУ «КРИПО», 2011. – 237 с.
7. Сибирская школа геонаук // Иркутский национальный исследовательский технический университет. URL: <https://www.istu.edu/deyatelnost/obrazovanie/instituty/ssg/default> (дата обращения: 12.03.2022).
8. Школа проектного лидера // МГТУ им. Н.Э. Баумана. URL: <http://ibm4.bmstu.ru/school-of-project-leaders-08-10-11/> (дата обращения: 12.03.2022).
9. Хасанова Г.Ф. Виртуальная реальность в инженерном образовании химического профиля // Казанский педагогический журнал. – 2019. – Т. 1. – С. 43–49.
10. «Газпромнефть-СМ» открыла академию G-ENERGY // Газпромнефть. URL: <https://gazpromneft-sm.ru/ru/press-center/news/gazpromneft-sm-otkryla-akademiyu-g-energy/index.html> (дата обращения: 12.03.2022).
11. «Росэнергоатом» разработал универсальную мобильную платформу для проведения мероприятий // РОСАТОМ. – URL: <https://www.rosatom.ru/journalist/news/rosenergoatom-razrabotal-universalnuyu-mobilnuyu-platformu-dlya-provedeniya-meropriyatiy/> (дата обращения: 12.03.2022).
12. Бизнес практики Сибур // Сибур. URL: <https://businesspractices.ru/> (дата обращения: 20.04.2022).
13. Евдокимов Ю.К., Кирсанов А.Ю., Салахова А.Ш. Дистанционные автоматизированные учебные лаборатории и технологии дистанционного учебного эксперимента в техническом вузе // Открытое образование. – 2009. – Т. 5. – С. 101–116.
14. Архипова С.М., Пулявина Н.С. Постковидный мир. Влияние пандемии на рынок профессий и формирование профессиональных компетенций // Экономика, предпринимательство и право. – 2022. – Т. 12. – № 3. – С. 1145–1158.
15. Advanced solutions for performing real experiments over the Internet / R. Berntzen, J.O. Strandman, T.A. Fjeldly, M.S. Shur // International Conference on Engineering Education. – 2001. – P. 21–26. URL: [https://www.researchgate.net/publication/2565037\\_Advanced\\_Solutions\\_For\\_Performing\\_Real\\_Experiments\\_Over\\_The\\_Internet](https://www.researchgate.net/publication/2565037_Advanced_Solutions_For_Performing_Real_Experiments_Over_The_Internet) (дата обращения: 20.04.2022).
16. AIM-Lab: a system for remote characterization of electronic devices over the Internet / T.A. Fieldly, M.S. Shur, H. Shen, T. Ytterdal // Proceedings of the 2000 Third IEEE International Caracas Conference on Devices, Circuits and Systems (Cat. No.00TH8474). – Cancun: IEEE, 2000. – P. I43/1–I43/6. DOI: 10.1109/ICDCS.2000.869858
17. Fjeldly T., Strandman J., Berntzen R. Session Lab-on-Web – a comprehensive electronic device laboratory on a chip assemble via internet // International conference on engineering education. – 2002. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Session-LAB-on-WEB-%E2%80%93-A-COMPREHENSIVE-ELECTRONIC-ON-Fjeldly-Strandman/14d0311047720f45c464fed3fe6a19afc63b3850> (дата обращения: 20.04.2022).
18. Солдатова Г.У., Рассказова Е.И. Психологические модели цифровой компетентности российских подростков и родителей // Национальный психологический журнал. – 2014. – Т. 2. – № 14. – С. 25–31.
19. Башарина О.В., Яковлев Е.В. Формирование основ цифровой безопасности как компонента цифровой компетентности // Инновационное развитие профессионального образования. – 2020. – Т. 2. – № 26. – С. 31–36.
20. Об утверждении методик расчета показателей федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Приказ от 24 января 2020 г. N 41. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minekonomrazvitiya-Rossii-ot-24.01.2020-N-41/> (дата обращения: 20.04.2022).

21. DigComp 2.0: the digital competence framework for citizens. Update phase 1: the Conceptual Reference Model / R. Vuorikari, Y. Punie, S. Carretero Gomez, G. Van den Brande. – Luxembourg: Luxembourg Publication Office of the European Union, 2016. DOI: 10.2791/11517
22. Стивен Д. Искусственный интеллект в образовании: изменение темпов обучения. Аналитическая записка ИИТО ЮНЕСКО. – М.: Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании, 2020. – 45 с.
23. Кондаков А.М. Разработка базовой модели компетенций цифровой экономики. URL: <https://profstandart.rosmintrud.ru/upload/medialibrary/908/%D0%9E%20%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B5%20%D0%B1%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B8%CC%86%20%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8.pdf> (дата обращения: 20.04.2022).
24. Supporting learners' self-regulated learning in massive open online courses / R. Jansen, A. van Leeuwen, J. Janssen, R. Conijn, L. Kester // *Computers & Education*. – 2020. – V. 146. – 103771. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103771> (дата обращения: 20.04.2022).
25. Rusli R., Rahman A., Abdullah H. Student perception data on online learning using Heutagogy approach in the Faculty of Mathematics and Natural Sciences of Universitas Negeri Makassar, Indonesia // *Data in Brief*. – 2020. – V. 29. – 105152. DOI: 10.1016/j.dib.2020.105152
26. Working group on education: digital skills for life and work / D. Atchoarena, N. Selwyn, B. Chakroun, F. Miao, M. West, C. Coligny. – Working Group on Education. UNESCO, 2017. – 124 p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259013> (дата обращения: 20.04.2022).
27. Курсы по искусственному интеллекту // Университет 20.35. URL: <https://ai.2035.university/> (дата обращения: 20.04.2022).
28. Стандарт цифрового следа // Университет 20.35. URL: <https://standard.2035.university/> (дата обращения: 20.04.2022)
29. Студенты вузов России о дистанционном обучении: оценка и возможности / И.А. Алешковский, А.Т. Гаспаришвили, О.В. Крухмалева, Н.П. Нарбут, Н.Е. Савина // *Высшее образование в России*. – 2020. – Т. 29. – № 10. – С. 86–100. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-10-86-100

Дата поступления: 03.06.2022 г.

Дата принятия: 12.11.2022 г.

UDC 378

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_2

## TENDENCIES OF ENGINEERING EDUCATION DIGITALIZATION IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS

**Irina P. Menshikova,**

Cand. Sc., senior specialist,  
ira.menshikova@gmail.com

Mendeleev University of Chemical Technology,  
9, Miusskaya square, Moscow, 125047, Russia.

Industrialization, globalization and active introduction of digital technologies have led to large-scale changes in the field of education. For increasing digital competence of students, the necessity of complete reassembly of educational programs and revision of existing educational technologies occurs. **The aim** of this article is a systematic analysis of educational technologies that can be used for both full-time and blended or distance learning formats. **Analysis** of the research problem field shows that universities are not currently ready to switch to hybrid (blended) or fully distance learning formats, especially in the areas of organization of practical training for students. **The novelty** of the work lies in the description of possible algorithms for preparing universities for transition to a blended learning format, taking into account trends in online-education. The need to select and/or develop a specific model of digital competencies based on existing models: the model of digital competencies (Digital Competences); the UNESCO Digital Skills Model; model of key competencies of the digital economy, is described as a current problem. In terms of assessing the level of development of digital competencies of students, the need to create standards for digital portfolio or digital footprint was discussed with the question of perspectives of applying artificial intelligence. **Methodology and research methods:** the scientific basic method of theoretical and empirical research: methods of monographic research, questionnaire survey, methods of working with specialized software products, Internet sources, methods of analysis, synthesis, comparison, induction and deduction.

**Key words:** distant format, blended format, models of the digital competences, gamification, educational technologies.

### REFERENCES

1. Konanchuk D., Volkov A. *Epokha Grinfil'da v obrazovanii* [The era of «Greenfield» in education]. Investigations SEDeC. Center for Educational Development of Moscow School of Management SKOLKOVO (SEDeC), 2013. 50 p. Available at: [www.skolkovo.ru/public/media/documents/research/education\\_10\\_10\\_13.pdf](http://www.skolkovo.ru/public/media/documents/research/education_10_10_13.pdf) (accessed: 12 March 2022).
2. Roux I., Nagel L. Seeking the best blend for deep learning in a flipped classroom – viewing student perceptions through the community of inquiry lens. *International journal of educational technology in Higher Education*, 2018, vol. 15, no. 6, pp. 1–28.
3. Dziuban C., Graham C.R., Moskal P.D., Norberg A., Sicilla N. Blended learning: the new normal and emerging technologies. *International journal of educational technology in Higher Education*, 2018, vol. 15, no. 3, pp. 1–16.
4. Galvis A.H. Supporting decision-making processes on blended learning in higher education: literature and good practices review. *International journal of educational technology in higher education*, 2018, vol. 15, no. 25, pp. 1–38.
5. Bralic A., Dijak B. Integrating MOOCs in traditionally taught courses: achieving learning outcomes with blended learning. *International journal of educational technology in higher education*, 2018, vol. 15, no. 2, pp. 1–16.
6. Kasatkina N.E., Gradusova T.K., Zhukova T.A., Kagakina E.A., Kolupaeva O.M., Solodova G.G., Timonina I.V. *Sovremennyye obrazovatelnye tekhnologii v uchebnom protsesse vuza* [Modern pedagogical technologies for the educational process in the universities]. Kemerovo, KRIRPO Publ., 2011. 237 p.
7. Sibirskaya shkola geonauk [Siberian school of geosciences]. *National Research Technical University*. Available at: <https://www.istu.edu/deyatelnost/obrazovanie/instituty/ssg/default> (accessed: 12 March 2022).
8. Shkola proektnogo lidera [School of a project leader]. *Bauman University*. Available at: <http://ibm4.bmstu.ru/school-of-project-leaders-08-10-11/> (accessed: 12 March 2022).
9. Khasanova G.F. Virtualnaya realnost v inzhenernom obrazovanii khimicheskogo profilya [Virtual reality in training engineers for chemical industries]. *Kazanskiy pedagogicheskiy zhurnal*, 2019, vol. 1, pp. 43–49.
10. «Gazpromneft-SM» otkryla akademiyu G-ENERGY [Gazpromneft-SM opened the G-ENERGY academy]. *Gazpromneft*. Available at: <https://gazpromneft-sm.ru/ru/press-center/news/gazpromneft-sm-otkryla-akademiyu-g-energy/index.html> (accessed: 12 March 2022).
11. «Rosenergoatom» razrabotal universalnuyu mobilnuyu platformu dlya provedeniya meropriyatiy [Rosenergoatom has developed a universal mobile platform for events]. *ROSATOM*. Available



- at: <https://www.rosatom.ru/journalist/news/rosenergoatom-razrabotal-universalnuyu-mobilnuyu-platformu-dlya-provedeniya-meropriyatiy/> (accessed: 12 March 2022).
12. *Biznes praktiki Sibur* [Business practices of Sibur]. *Sibur*. Available at: <https://businesspractices.ru/> (accessed: 20 April 2022).
  13. Evdokimov Yu.K., Kirsanov A.Yu., Salakhova A.Sh. Distantsionnye avtomatizirovannye uchebnye laboratorii i tekhnologii distantsionnogo uchebnogo eksperimenta v tekhnicheskoy vuzovskoy sredy [Distance automotive educational laboratories and technologies of distance learning in the technical university]. *Open education*, 2009, vol. 5, pp. 101–116.
  14. Arkhipova S.M., Pylyavina N.S. Post-covid world. The pandemic impact on the market of professions and professional competencies. *Journal of Economics, entrepreneurship and law*, 2022, vol. 12, no. 3, pp. 1145–1158. In Rus.
  15. Berntzen R., Strandman J.O., Fjeldly T.A., Shur M.S. Advanced solutions for performing real experiments over the Internet. *International Conference on Engineering Education*, 2001, pp. 21–26. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/2565037\\_Advanced\\_Solutions\\_For\\_Performing\\_Real\\_Experiments\\_Over\\_The\\_Internet](https://www.researchgate.net/publication/2565037_Advanced_Solutions_For_Performing_Real_Experiments_Over_The_Internet) (accessed: 20 April 2022).
  16. Fieldly T.A., Shur M.S., Shen H., Ytterdal T. AIM-Lab: a system for remote characterization of electronic devices over the Internet. *Proceedings of the 2000 Third IEEE International Caracas Conference on Devices, Circuits and Systems (Cat. No.00TH8474)*. Cancun, IEEE, 2000. pp. 143/1–143/6. DOI: 10.1109/ICCDACS.2000.869858
  17. Fjeldly T., Strandman J., Berntzen R. Session Lab-on-Web – a comprehensive electronic device laboratory on a chip assemble via internet. *International conference on engineering education*. 2002. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Session-LAB-on-WEB-%E2%80%93-A-COMPREHENSIVE-ELECTRONIC-ON-Fjeldly-Strandman/14d0311047720f45c464fed3fe6a19afc63b3850> (accessed: 20 April 2022).
  18. Soldatova G.U., Rasskazova E.I. Psychological models of digital competence in Russian adolescents and parents. *National psychological journal*, 2014, vol. 2, no. 14, pp. 25–31. In Rus.
  19. Basharina O.V., Yakovlev E.V. Formation of the basis of digital security as a component of digital competence. *Innovative development of the professional education*, 2020, vol. 2, no. 26, pp. 31–36. In Rus.
  20. *Ob utverzhdenii metodik rascheta pokazateley federalnogo proyekta «Kadry dlya tsifrovoy ekonomiki» natsionalnoy programmy «Tsifrovaya ekonomika Rossiyskoy Federatsii». Prikaz ot 24 yanvarya 2020 g. N 41* [On approval of methods for calculating the indicators of the federal project «Personnel for the Digital Economy» of the national program «Digital Economy of the Russian Federation». Order No. 41 dated January 24, 2020]. Available at: <https://rulings.ru/acts/Prikaz-Minekonomrazvitiya-Rossii-ot-24.01.2020-N-41/> (accessed: 20 April 2022).
  21. Vuorikari R., Punie, Y., Carretero Gomez S., Van den Brande G. *DigComp 2.0: the digital competence framework for citizens. Update phase 1: The Conceptual Reference Model*. Luxembourg, Luxembourg Publication Office of the European Union, 2016. DOI: 10.2791/11517
  22. Stiven D. *Iskusstvenny intellekt v obrazovanii: izmenenie tempov obucheniya. Analiticheskaya zapiska IITO YUNESKO* [Artificial intelligence in education: changing the pace of learning. UNESCO IITE Policy Brief]. Moscow, UNESCO Institute for Information Technologies in Education, 2020. 45 p.
  23. Kondakov A.M. *Razrabotka bazovoy modeli kompetentsiy tsifrovoy ekonomiki* [Development of a basic competency model for the digital economy]. Available at: <https://profstandart.rosmintrud.ru/upload/medialibrary/908/%D0%9E%20%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B5%20%D0%B1%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B8%CC%86%20%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8.pdf> (accessed: 20 April 2022).
  24. Jansen R., Van Leeuwen A., Janssen J., Conijn R., Kester L. Supporting learners' self-regulated learning in massive open online courses. *Computers & Education*, 2020, vol. 146, 103771. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103771> (accessed: 20 April 2022).
  25. Rusli R., Rahman A., Abdullah H. Student perception data on online learning using Heutagogy approach in the Faculty of Mathematics and Natural Sciences of Universitas Negeri Makassar, Indonesia. *Data in Brief*, 2020, vol. 29, 105152. DOI: 10.1016/j.dib.2020.105152
  26. Atchoarena D., Selwyn N., Chakroun B., Miao F., West M., Coligny C. *Working Group on Education: digital skills for life and work*. Working Group on Education. UNESCO, 2017. 124 p. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259013> (accessed: 20 April 2022).
  27. *Kursy po iskusstvennomu intellektu* [Courses on artificial intelligence]. *University 20.35*. Available at: <https://ai.2035.university/> (accessed: 20 April 2022).
  28. *Standart tsifrovogo sleda* [Digital footprint standard]. *University 20.35*. Available at: <https://standart.2035.university/> (accessed: 20 April 2022).
  29. Aleshkovskiy I.A., Gasparishvili A.T., Krukhmaleva O.V., Narbut N.P., Savina N.E. Russian university students about distance learning: assessments and opportunities. *Higher education in Russia*, 2020, vol. 29, no. 10, pp. 86–100. In Rus. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-10-86-100.

Received: 03 June 2022.

Reviewed: 12 November 2022.

УДК 372.853: 378.14

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_3

## ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНОИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ НА МЛАДШИХ КУРСАХ

**Казакова Елена Лионовна,**

кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры общей физики,  
elionkaz@yandex.ru

**Мошкина Елена Викторовна,**

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики,  
emoshkina@yandex.ru

**Сергеева Ольга Владимировна,**

кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры общей физики,  
osergeeva@petsu.ru

Петрозаводский государственный университет,  
Россия, 185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33.

В статье обсуждаются направления и методы организации научно-исследовательской работы студентов-первокурсников инженерно-технических направлений подготовки при изучении курса физики для включения их в активную образовательную деятельность и повышения мотивации к обучению. Преподавание курса физики открывает широкие возможности по внедрению элементов научно-исследовательской работы в учебный процесс и формированию индивидуальных траекторий обучения. Эффективность осуществляемых мероприятий по вовлечению первокурсников в научно-исследовательскую работу оценивается посредством анкетирования студентов. Привлечение первокурсников к научно-исследовательской работе обеспечивает их образовательную активность, работая на перспективу.

**Ключевые слова:** преподавание физики, научно-исследовательская работа студентов, индивидуальные траектории обучения, проектная деятельность, мотивация.

### Введение

В современных условиях уровень развития страны во многом определяется профессиональной компетентностью специалистов, подготовленных в высших учебных заведениях. Современный рынок труда, предъявляя высокие требования к качеству образования, компетентности и профессиональной готовности будущих специалистов, создает конкуренцию между выпускниками вузов. Очевидно, что выпускники с высоким научно-исследовательским потенциалом будут обладать большими возможностями в условиях конкуренции, поскольку они смогут быстрее ориентироваться в новых технологиях, быстро находить нестандартные решения, самостоятельно формулировать и решать актуальные задачи [1, 2].

Подготовка квалифицированных инженеров требует непрерывного совершенствования всех сторон образовательного процесса, привлечения инновационных методик и технологий, направленных на включение студента в активную образовательную деятельность и повышение его мотивации к обучению [3, 4]. Достижение поставленной цели обучения, за-

ключающееся в формировании у выпускника вуза общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, должно осуществляться комплексно, как в рамках учебной деятельности, так и посредством научно-исследовательской работы (НИР) студентов. НИР ориентирует современную подготовку будущих инженеров не только на теоретическое освоение, но и на практическую реализацию приобретаемых компетенций [5].

Задача преподавателя – создать предпосылки к развитию научно-исследовательских навыков в контексте получаемой студентом профессии. Внедрение элементов НИР в образовательный процесс при изучении дисциплин естественно-научного цикла позволяет обогатить традиционные академические формы организации учебного процесса (лекции, семинары и лабораторные работы), применить методы активного обучения и способствовать формированию профессиональных навыков студентов [6].

Преподавание курса физики для студентов младших курсов инженерно-технических направлений подготовки открывает широкие

возможности по внедрению элементов НИР в учебный процесс. Концепция исследовательского обучения является одной из основных в современной методике обучения физике. Правомерность такого подхода основана на том, что само содержание дисциплины дает возможность строить образовательный процесс как совокупность элементов научного исследования. Целью исследовательского обучения должно стать развитие у обучающихся физического мышления, формирование стиля научного мышления, которое послужит базисом для решения исследовательских задач. Таким образом, постановка и решение таких задач в процессе обучения физике и другим дисциплинам естественно-научного цикла должно стать отличительной чертой современного инженерного образования [7, 8].

К каждому студенту нужно найти свой подход, сформировав индивидуальный маршрут обучения. Ученых давно поделили на физиков и лириков, примерно такое деление применимо сейчас и для обучающихся, столкнувшихся с необходимостью изучать физику на младших курсах. Не все сдавали единый государственный экзамен по этому предмету, поэтому имеют разный уровень исходной подготовки, кто-то больше инженер, кто-то больше лирик, у всех разная мотивационная составляющая обучения, свой «ключик», раскрывающий его потенциал.

Есть такое понятие «термодинамическая энтропия», впервые введенное в 70-х гг. 19 в. Рудольфом Клаузиусом, оно имеет ключевое значение для понимания основных положений термодинамики. Эта величина, полученная «на кончике пера» как результат теоретических изысканий, казалась бы, не имела практической ценности, ее использование было прерогативой только ученых. Писатель Айзек Азимов в эссе «К порядку» написал об энтропии так: «Энтропия – одно из самых волнующих слов в науке. Оно слетает с языка, небрежно порхая и как бы между прочим, но, если попросить говорящего объяснить этот термин, он тотчас начинает страдать косноязычием. Я тоже не исключение: научился употреблять это слово с изяшной непринужденностью и круто менять тему разговора, как только меня просят объяснить его значение...» [9. С. 137]. И так можно говорить не только об энтропии, так происходит со многими, если не со всеми, физическими понятиями, терминами, явлениями, входящими и

давно вошедшими в нашу жизнь и лексикон. Их применение и понимание можно использовать как индикатор сформированности у человека научного мировоззрения. Поэтому нужно помочь обучающимся разглядеть свою поэтическую или техническую стезю в изучении любой темы, что в конечном итоге приведет к формированию требуемых стандартом знаний, умений и навыков.

Любой преподаватель хочет научить своих учеников размышлять, приобретать знания и получать удовольствие от каждого своего озарения и открытия. Каждая маленькая победа будет тогда стимулом к новым достижениям. В каждом предмете есть своя философия, и преподаватель должен помочь ее уловить. Очевидно, что только на основе позитивного отношения к учебной деятельности можно получить устойчивые знания, умения и навыки, отвечающие требованиям профессиональной подготовки [3, 6].

Авторы этой статьи преподают физику студентам младших курсов на инженерно-технических направлениях подготовки Петрозаводского государственного университета, таких как «Информатика и вычислительная техника», «Электроника и нанoeлектроника», «Теплоэнергетика и теплотехника», «Электроэнергетика и электротехника», «Приборостроение». Основываясь на накопленном опыте преподавания, можем уверенно говорить о том, что привлекать студентов к научно-исследовательской работе нужно постепенно и последовательно, начиная с первого курса [10]. Дополнительно при организации НИР необходимо, на наш взгляд, проводить мониторинг эффективности реализуемых мероприятий. Это можно делать посредством анкетирования обучающихся по итогам обучения.

Целью данной работы является обмен опытом, накопленным авторами, и обсуждение направлений и методов по организации НИР студентов младших курсов при изучении курса физики.

### Методика

Организация НИР студентов на первом курсе является сложной задачей, поскольку у первокурсников ещё не сформированы умения, необходимые им для научно-исследовательской деятельности. Привыкнув к полному контролю в школе, они не готовы к самостоятельной работе в условиях вуза, что отрицательно сказывается на их мотивации. Как

правило, научная деятельность студента начинается на третьем курсе в рамках выполнения курсовых проектов и выпускных квалификационных работ.

На первом курсе НИР для студентов не включена в учебный план, является дополнительной и необязательной, расширяющей рамки основного учебного процесса. Поэтому для привлечения к НИР студентов важна активная работа преподавателей. При планировании перечня мероприятий по организации НИР были комплексно учтены такие аспекты образовательного процесса, как активное обучение, повышение мотивации, формирование индивидуальных траекторий обучения. При организации и реализации НИР студентов младших курсов при изучении курса физики мы комплексно используем различные современные образовательные технологии: мотивационно-деятельностную концепцию, балльно-рейтинговую технологию оценивания, проектную деятельность [11].

Мотивационно-деятельностная концепция активного обучения фокусирует внимание на динамических характеристиках мотивации студентов, на их естественных изменениях и взаимном влиянии. Необходимо учитывать, что познавательная мотивация у большинства студентов не является приоритетной. Существенную роль в получении знаний и умений играют как мотивы получения специальности, так и другие мотивы, оказывающие влияние на деятельность студента. Основой подхода является активизация учебной деятельности студентов за счет актуализации всего комплекса личностных мотивов различной направленности [12, 13].

Чтобы мотивировать студентов на участие в НИР мы, в первую очередь, апеллируем к их внутренним мотивам, включающим интерес к деятельности, желание получить новые знания и умения, стремление к самостоятельному достижению результата деятельности и преодолению возникающих в процессе работы трудностей. Для этого нужно принимать во внимание интересы студентов, давать возможность развивать имеющиеся у них способности, учитывать уровень их подготовленности [14]. Также задействуем и внешние мотивы, побуждающие студентов к участию в НИР, дополнительно оценивая их работу в рамках балльно-рейтинговой технологии.

Использование проектной деятельности в преподавании физики способствует развитию

исследовательских умений и способностей студентов. В качестве методической основы проектного обучения выступает метод проектов, подразумевающий самостоятельную деятельность обучающихся, которая проводится на протяжении установленного отрезка времени. При этом создаются условия, в которых студенты самостоятельно приобретают недостающие знания, анализируя различные источники информации; учатся использовать приобретенные знания для решения познавательных и практических задач; приобретают коммуникативные умения; развивают способности к выявлению проблем, наблюдению, анализу, построению гипотез, обобщению. Работа над проектом должна завершиться реальным результатом, оформленным тем или иным способом [15, 16].

Проектная деятельность обучающихся относится к проблемным методам обучения и является одним из методов развивающего личностно-ориентированного обучения [5, 17]. Она направлена на выработку самостоятельных исследовательских умений (постановка проблемы, сбор и обработка информации, проведение экспериментов, анализ полученных результатов), позволяет добиться понимания и применения учащимися знаний, умений и навыков, приобретенных при изучении различных дисциплин.

Важно уже на первом этапе обучения дать возможность студенту «прикоснуться» к науке, самостоятельно решить пусть и не слишком сложную задачу, дать возможность испытать радость познания. Привлечение студентов к научно-исследовательской деятельности, начиная с первого курса, мы реализуем в двух направлениях: в рамках учебной деятельности на аудиторных занятиях и посредством привлечения студентов к выполнению проектов в рамках самостоятельной работы [18].

Со стороны преподавателя организация НИР предполагает подготовку научно-методического ресурса в виде предлагаемых тем проектов; разработку технологической карты проекта; консультирование студентов, обсуждение результатов исследовательской деятельности; проверку и оценивание результатов работы.

Как правило, НИР студента-первокурсника по физике имеет прикладной или информационный характер. Прикладные исследования связаны с выполнением эксперимента в учебной лаборатории, разработкой действующей

модели физического устройства, подготовка демонстрационных экспериментов и др. Информационные исследования заключаются в поиске информации о каком-то физическом объекте или явлении, анализе, структурировании и обобщении фактов. Среди информационных исследований можно выделить исторические и методологические. Исторические исследования нацелены на изучение неизвестных страниц истории физики, общественной и профессиональной деятельности ученых. Полноценное изучение какого-либо явления или процесса может быть только после изучения его эволюции от возникновения до настоящего состояния. Методологические исследования чаще всего проводятся как феноменологические, посвященные теоретическому изучению и описанию какого-либо явления, эксперимента.

Важным моментом в организации НИР и разработке тем проектов является учет междисциплинарных связей. Так, планируя темы исследовательских работ, мы предоставляем возможность совмещать тематику выполняемых научных исследований как с профессиональной направленностью студента, так и с другими дисциплинами. Как правило, предлагаемые темы требуют углубленного самостоятельного изучения материала, что позволяет сделать процесс обучения личностно-ориентированным [11, 18].

В зависимости от сложности темы исследования или объема работы проекты разделяем на индивидуальные и групповые. Основную тему можно разбить на подтемы и распределить их между участниками. Тактика приобщения студентов к проведению исследований в группе позволяет включить в исследовательскую работу большее количество студентов, учит их достигать цели сообща, повышает мотивацию в отношении выполнения НИР.

Для вовлечения студентов младших курсов в НИР эффективным оказалось использование элементов технологии перевёрнутого обучения. Такой педагогический подход позволяет студентам не просто самостоятельно осваивать новый материал, но и под руководством преподавателя творчески применять изученную теорию на практике и проводить исследовательскую деятельность на основе новых знаний [14].

Составной частью исследовательской работы является участие студентов в научных семинарах и конференциях с возможностью

докладить о результатах своей работы. Это дает студенту-первокурснику возможность проявить себя, научиться выступать перед аудиторией, способствует саморазвитию и самосовершенствованию, расширяет рамки активной деятельности студентов, развивает творческое и аналитическое мышление, формирует навыки исследователя и коммуникативные навыки [4].

### Результаты

Организация проектной деятельности по физике в качестве способа реализации исследовательской работы студента должна представлять собой комплексную, целенаправленную и методически обоснованную систему, в которой последовательно увеличивается сложность решаемых задач. Развитие исследовательских навыков у студентов можно проводить по нескольким направлениям. Студентам предлагается принять участие в выполнении различных заданий, отличающихся как по сложности, так и по трудозатратам: создание действующих моделей устройств, демонстрирующих физические явления и процессы и т. п.; подготовка сообщения по теме исследования на семинарском занятии, в том числе и на иностранном языке; проведение исследований по теме междисциплинарных проектов. Такие задания позволяют расширить рамки активной деятельности студентов, развивать творческое и аналитическое мышление, расширять научный кругозор, формировать навыки исследователя. Рассмотрим подробнее эти направления работы.

#### 1. Привлечение студентов к выполнению демонстрационного физического эксперимента на лекциях.

Для подготовки и проведения демонстрационного физического эксперимента на лекциях мы привлекаем студентов. Они заранее готовятся под руководством преподавателя, а затем показывают и объясняют эксперименты на различные темы, такие как «Явление электромагнитной индукции», «Электрический ветер», «Критическое состояние эфира», «Звонок Франклина», «Свойства гироскопа» и другие. Как правило, выполнение этих экспериментов не требует от студентов сверхвозможностей экспериментатора, но вносит необходимый интерактивный элемент в процесс обучения, пробуждает интерес к теме, способствует самоутверждению студентов и формированию у них требуемых компе-

тенций. Удачным оказался опыт привлечения первокурсников к выступлению перед школьниками с показом и объяснением предварительно подготовленных демонстраций [11].

## 2. Подготовка сообщений для выступлений во время практических занятий на темы, требующие сопровождения физическими демонстрациями.

Для выступлений предлагаются темы, которые преподаватель не рассматривает на лекциях. Особенно ценными в этой связи являются темы, содержащие материал на стыке нескольких разделов физики. Изучение такого материала позволяет установить логические связи между понятиями и явлениями, развить познавательные способности. Рассмотрим пример занятия по теме «Свойства жидкости». На занятии студенты рассказывают о явлении поверхностного натяжения, об энергетической и силовой трактовке коэффициента поверхностного натяжения, о поверхностно-активных веществах, о смачивании-несмачивании твердого тела жидкостью, о капиллярных явлениях. Рассказ сопровождается физическими демонстрациями, которые готовят и объясняют сами студенты. При такой форме проведения занятий студенты из пассивных слушателей превращаются в активных участников образовательного процесса. Такое внедрение технологии интерактивного обучения позволяет создать условия, в которых обучающиеся сами будут открывать, приобретать, анализировать знания. Кажущаяся простота экспериментов не должна умалять заслуг экспериментаторов, ведь в этой роли выступают студенты-первокурсники, которым к тому же надо преодолеть психологический барьер, выступая перед большой аудиторией своих однокурсников [11].

## 3. Проведение занятий лабораторного практикума.

На занятиях лабораторного практикума студенты приобретают опыт экспериментальной работы, навыки использования основных измерительных приборов и знакомятся с современными методами и приемами физических измерений, приобретают умения и навыки обработки и анализа результатов измерений, развивают навыки самостоятельной работы. Лабораторный практикум обеспечивает наиболее благоприятные условия для учебно-исследовательской деятельности, развития творческого потенциала студентов. Поэтому грамотное планирование организации и методики про-

ведения лабораторного практикума является важным шагом на пути повышения эффективности процесса обучения физике.

При организации лабораторного практикума мы стремимся формировать индивидуальные траектории обучения с учетом практико-ориентированного подхода. С этой целью реализуются следующие мероприятия:

- увеличение количества лабораторных работ на базе имеющегося оборудования (мультизадачность установок);
- постановка лабораторных работ с учетом направлений подготовки будущих специалистов;
- включение в одну лабораторную работу разноуровневых заданий;
- проведение работ, в которых заранее не указан алгоритм выполнения, предполагающих самостоятельное планирование студентом структуры эксперимента для выполнения поставленных целей и задач;
- организация занятий лабораторного практикума циклами, когда в рамках каждого цикла студенты выполняют работы по одной теме, что позволяет скоординировать проведение лабораторных занятий с изучением данной темы на лекциях и практических занятиях;
- проведение занятий по защите отчетов и обсуждению результатов в минигруппах с использованием различных интерактивных образовательных технологий, таких как метод круглого стола, метод проектов, мозговой штурм и др.

При вынужденном переходе на дистанционную форму обучения мы постарались создать условия для сохранения уровня мотивации обучающихся для участия в НИР. Это потребовало изменить подходы к использованию привычных форм организации учебной деятельности. Особенно актуально это стало для занятий лабораторного практикума. В условиях дистанционного обучения студентам было предложено выполнить работы по проектам, при выборе тем которых акценты были сделаны на изучение методики проведения физических экспериментов. Представить самостоятельно изученный материал нужно было в виде устного сообщения. Темы проектов касались изучения физических явлений, имеющих прикладное значение; биографий известных ученых-физиков с точки зрения их вклада в науку; истории открытий в физике; достижений современной физической науки.

*4. Создание действующих моделей устройств, демонстрирующих физические явления и процессы.*

Полезные практические навыки по физике студенты могут получить, конструируя модели физических устройств. Для представления своих работ обучающимся требуется глубже разобраться в физических явлениях, процессах и законах, которые лежат в основе работы устройств, провести литературно-технологическое оформление и информационное сопровождение результатов исследовательской работы, например, в форме презентации или доклада. Созданные студентами модели могут быть использованы для демонстрации физических явлений при проведении семинарских и лекционных занятий. Наиболее интересные установки используются как экспонаты в музее физико-технического института [10].

*5. Проведение исследований по темам физической направленности.*

Предлагаются темы заданий в рамках работы по проекту, выполняя которые студенты первого курса изучают физические и прикладные задачи. Например, «Мостовые методы измерения параметров электрических цепей», «Исследование выпрямителей переменного тока и принципов действия сглаживающих фильтров», «Исследование резонанса токов и напряжений в цепи переменного тока», «Физика звука», «Опыты Эйхенвальда по изучению токов смещения», «Получение высокого вакуума», «Радиотелескопы и их принцип действия», «Фигуры Лиссажу». Неизменный успех при выборе тем у студентов имеет «Физика в кинолентах». Подготовленное творческое задание по этой теме нашло отклик у слушателей, авторы выступления показывали отрывки из фильмов и объясняли появляющиеся на экране нестыковки с «физической» стороны. Такие темы оказались удачным вариантом для того, чтобы заинтересовать даже не слишком мотивированных студентов к изучению физики.

*6. Проведение исследований по междисциплинарным проектам.*

Часть проектов разрабатывались с учетом междисциплинарного взаимодействия при изучении курса физики и математических дисциплин, например, «Математическое описание и экспериментальное исследование гармонических колебаний», «Математическая модель плотной упаковки атомов», «Теорема Остроградского–Гаусса в математике

и физике» и др. Такие проекты предполагают наличие двух частей – математической и физической, а последняя, в свою очередь, имеет теоретическую и экспериментальную составляющие.

В качестве примера более подробно опишем проект по теме «Изучение колебаний физического маятника», математическая часть которого была посвящена дифференциальному уравнению гармонического колебания и его решению. В теоретической физической части было представлено описание физического маятника, а в практической части на лабораторной установке по определению ускорения свободного падения при помощи физического маятника был проведен эксперимент по проверке теоремы Штейнера для момента инерции твердого тела (стержня). По результатам данного проекта была поставлена новая лабораторная работа.

Учитывая отсутствие опыта выполнения проекта у первокурсников, мы считаем, что преподаватель должен быть активно вовлечен в координацию НИР студентов и в отдельных случаях, возможно, даже выступать в качестве участника проекта. Как показал опыт, консультация преподавателя необходима уже на стадии анализа литературных источников. Как правило, информацию в первую очередь студенты ищут в интернете, на различных научно-популярных порталах. К сожалению, материал, находимый в интернете, не всегда достоверен, а иногда просто антинаучен. Поэтому необходима дополнительная разъяснительная работа по поиску нужной информации в печатных изданиях, в том числе и на иностранном языке. Например, при подготовке проекта «Опыты Эйхенвальда по изучению токов смещения» студентам было рекомендовано использовать первоисточник [19], что способствовало более глубокому погружению в тему.

*7. Организация секции для первокурсников в рамках научной студенческой конференции.*

Для активного привлечения студентов к самостоятельной НИР мы организовали работу секции «Физико-математические задачи в учебно-исследовательской деятельности на младших курсах» в рамках научной студенческой конференции, ежегодно проводимой в нашем университете. Традиционно при изучении курса физики в неаудиторной проектной деятельности принимают участие порядка

30 % первокурсников физико-технического института, а лучшие работы студенты представляют на конференции.

Для оценки эффективности проводимых мероприятий по вовлечению первокурсников в НИР мы проводим анкетирование студентов. На вопрос о том, какой из видов творческих заданий в рамках изучения курса физики представляет интерес и хотели бы вы в нем поучаствовать, были выбраны следующие варианты:

- разработка и выполнение своими руками действующих физических моделей различных устройств – 26 %;
- проведение экспериментальной исследовательской работы и выступление на научном семинаре или конференции – 14 %;
- выступление на семинаре с докладом на научные и научно-популярные темы – 12 %;
- подготовка и демонстрация опытов на занятиях по физике – 8 %;
- подготовка доклада по выбранной теме на иностранном языке – 6 %.

Тем не менее около трети студентов не высказали желания участвовать в выполнении заданий в рамках проектно-исследовательской деятельности. Более половины студентов (56 %) ответили, что участие в выполнении творческих заданий (индивидуально или в коллективе) могло бы мотивировать их на изучение курса физики. 49 % студентов отметили, что им комфортно получать новые знания по физике не только на аудиторных занятиях, но и участвуя в экспериментально-исследовательском проекте. На вопрос о том, понятна ли студентам практическая значимость изучаемых тем по физике для дальнейшей профессиональной деятельности, положительно ответили всего 12 % студентов. Это доказывает

необходимость дальнейшего развития практико-ориентированного подхода в процессе преподавания курса физики.

Данные проведенного анкетирования свидетельствуют о том, что первокурсников можно и нужно привлекать к исследовательской деятельности. Сначала кто-то из студентов принимает участие, опираясь на прагматический мотивационный фактор, получая дополнительные баллы за результат своей деятельности. Однако в процессе работы у начинающих исследователей возникает и учебно-познавательная мотивация, что способствует достижению поставленных преподавателями целей: привить интерес к научным исследованиям, выявить и развить творческие способности, сформировать знания, умения и навыки научно-исследовательской деятельности.

### Заключение

Исследовательская работа студента на протяжении всего периода обучения представляет собой комплексную, целенаправленную и методически обоснованную систему, в которой последовательно увеличивается сложность решаемых задач. Привлечение первокурсников к научно-исследовательской работе обеспечивает образовательную активность, работает на перспективу. Это позволит студентам в течение всего периода обучения развить универсальные компетенции, такие как умение самообучаться, получать, анализировать и систематизировать информацию, критически мыслить. Считаем, что работу в этом направлении следует продолжать, расширяя арсенал приемов, методов, технологий организации научно-исследовательской работы первокурсников, делая ее неотъемлемым и значимым элементом образовательного процесса.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соловьев В.П., Перескокова Т.А. Инженерные компетентности: исследовать, проектировать, управлять // Инженерное образование. – 2021. – № 30. – С. 30–42. DOI: 10.54835/18102883\_2021\_30\_2
2. Active learning in engineering education. A review of fundamentals, best practices and experiences / M. Hernández-de-Menéndez, A. Vallejo Guevara, J.C. Tudón Martínez, D. Hernández Alcántara, R. Morales-Menendez // International Journal on Interactive Design and Manufacturing. – 2019. – № 13. – P. 909–922. DOI: 10.1007/s12008-019-00557-8.
3. Ильясов В.Х., Шамбулина В.Н. Направления развития методов преподавания и практикоориентированный подход к преподаванию курса физики // Балтийский гуманитарный журнал. – 2018. – Т. 7. – № 2 (23). – С. 247–250.
4. Artal Sevil J.S., Artacho Terrer J.M., Romero Pascual E. Improve student knowledge through experimental learning. An experience-oriented in electrical and electronics engineering // INTED2015 Proceedings. – 2015. – P. 7881–7891. URL: <https://library.iated.org/view/ARTALSEVIL2015IMP> (дата обращения: 12.02.2022)
5. Connor A.M., Karmokar S., Whittington C. From STEM to STEAM: strategies for Enhancing Engineering & Technology Education // International Journal of Engineering Pedagogies. – 2015. – № 5 (2). – P. 37–47.



6. Самедов М.Н. Научно-исследовательский эксперимент в подготовке бакалавров энергетиков: традиции и инновации // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2018. – Т. 7. – № 3 (24). – С. 207–211.
7. Антифеева Е.А., Петрова Д.Г. Исследовательское обучение как средство формирования физического мышления // Мир науки, культуры, образования. – 2020. – № 6 (85). – С. 138–140.
8. Арсентьева М.В. Особенности научно-исследовательской работы студентов младших курсов обучения // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2017. – № 11-2. – С. 208–210.
9. Азимов А. К порядку // Вид с высоты. – М.: Мир, 1965. – С. 132–146.
10. Березина О.Я., Казакова Е.А., Сергеева О.В. О привлечении студентов младших курсов к постановке физических экспериментов // Физическое образование в вузах. – 2016. – Т. 22. – № 4. – С. 35–45.
11. Active learning in studying physics as the first research experience of university students / E. Kazakova, S. Kirpu, M. Kruchek, E. Moshkina, O. Sergeeva, E. Tikhomirova // *Physics Education for Students: an Interdisciplinary Approach*. – Singapore: Bentham Books, 2021. – P. 13–23.
12. Попов Л.М. Психология самодеятельного творчества студентов. – Казань: Изд-во Казанского университета, 1990. – 240 с.
13. Bombaerts G., Vaessen B. Motivational dynamics in basic needs profiles: Toward a person-centered motivation approach in engineering education // *Journal of Engineering Education*. – 2022. – V. 111 (2). – P. 357–375. DOI: 10.1002/jee.20448.
14. Research Activity as an Integral Component of Engineering Education / M.V. Kuimova, D.D. Burleigh, Yu.Yu. Arnst, A.E. Sentsov // *International Scientific Researches Journal*. – 2016. – V. 72. – № 4. – P. 127–131.
15. Боброва И.И., Трофимов Е.Г. Применение метода проектов и информационных технологий при изучении дисциплин математического, физического циклов высшей школы // *Открытое образование*. – 2018. – Т. 22. – № 5. – С. 4–12. DOI: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2018-5-4-12>
16. Improving professional skills in a multidisciplinary team of undergraduate engineering students through project-based learning / K.R. Cсama-Mamani, D.C. Chipoco Haro, M. Gutierrez, L. Palomino-Marcelo, J. Rodriguez-Reyes // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2021. DOI: 10.1088/1742-6596/2102/1/012001.
17. Ваганова О.И., Булаева М.Н., Шагалова О.Г. Методы и технологии образования в условиях практико-ориентированного обучения // *Азимут научных исследований: педагогика и психология*. – 2019. – Т. 8. – № 1 (26). – С. 289–292. DOI: 10.26140/anip-2019-0801-0071
18. Interdisciplinary Approach to the Study of Physics and Mathematical Analysis / E. Kazakova, M. Kruchek, E. Moshkina, O. Sergeeva, E. Tikhomirova // *Proceedings of ICERI2019*. – 2019. – P. 4196–4201.
19. Эйхенвальд А.А. Электричество. 5-ое. изд. – М.-Л.: Государственное издательство, 1928. – 760 с.

Дата поступления: 10.06.2022 г.

Дата принятия: 20.10.2022 г.

UDC 372.853: 378.14

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_3

## RESEARCH ACTIVITY ORGANIZATION FOR JUNIOR STUDENTS IN TEACHING PHYSICS

**Elena L. Kazakova,**Cand. Sc., associate professor,  
elionkaz@yandex.ru**Elena V. Moshkina,**Cand. Sc., associate professor,  
emoshkina@yandex.ru**Olga V. Sergeeva,**Cand. Sc., associate professor,  
osergeeva@petsu.ruPetrozavodsk State University,  
33, Lenin avenue, Petrozavodsk, 185910, Russia.

The article discusses directions and methods of research work organization for first-year students of engineering and technical areas of training in studying physics for involving them in active educational process and increasing motivation to study. Physics' course teaching opens up wide opportunities for the research work elements introduction into the learning activity and formation of individual learning paths. The effectiveness of the arrangements taken to involve first-year students in research work is assessed by means of students' survey. Attracting first-year students to research work ensures their educational activity, working for the future.

**Key words:** teaching physics, students' research activity, individual learning paths, project-based learning, motivation.

### REFERENCES

1. Solovyev V.P., Pereskokova T.A. Engineering competencies: research, design, manage. *Engineering education*, 2021, no. 30, pp. 30–42. In Rus. DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_2.
2. Hernández-de-Menéndez M., Vallejo Guevara A., Tudón Martínez J.C., Hernández Alcántara D., Morales-Menendez R. Active learning in engineering education. A review of fundamentals, best practices and experiences. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 2019, no. 13, pp. 909–922. DOI: 10.1007/s12008-019-00557-8.
3. Ilyasov V.Kh., Shambulina V.N. The directions of development of methods of teaching and the praktiko-focused approach to teaching a course of physics. *Baltic Humanitarian Journal*, 2018, vol. 7, no. 2 (23), pp. 247–250. In Rus.
4. Artal Sevil J.S., Artacho Terrer J.M., Romero Pascual E. Improve student knowledge through experimental learning. An experience-oriented in electrical and electronics engineering. *INTED2015 Proceedings*, 2015, pp. 7881–7891. Available at: <https://library.iated.org/view/ARTALSEVIL2015IMP> (accessed: 12.02.2022)
5. Connor A.M., Karmokar S., Whittington C. From STEM to STEAM: Strategies for Enhancing Engineering & Technology Education. *International Journal of Engineering Pedagogies*, 2015, no. 5 (2), pp. 37–47.
6. Samedov M.N. Scientific research experiment in preparation of bachelor-energy: traditions and innovations. *Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology*, 2018, vol. 7, no. 3 (24), pp. 207–211. In Rus.
7. Antifeeva E.L., Petrova D.G. Research training as a means of forming physical thinking. *The world of science, culture and education*, 2020, no. 6 (85), pp. 138–140.
8. Arsentieva M.V. Features of scientific-research work of students of younger courses of study. *Izvestiya Tula State University*, 2017, no. 11-2, pp. 208–210. In Rus.
9. Azimov A. K poryadku [Order! Order!]. *Vid s vysoty* [View from a Height]. Moscow, Mir Publ., 1965. pp. 132–146.
10. Berezina O.Ya., Kazakova E.L., Sergeeva O.V. O privlechenii studentov mladshikh kursov k postanovke fizicheskikh eksperimentov [Engaging of junior students for the realization of physical experiments]. *Fizicheskoe obrazovanie v vuzakh*, 2016, vol. 22, no. 4, pp. 35–45.
11. Kazakova E., Kirpu S., Kruchek M., Moshkina E., Sergeeva O., Tikhomirova E. *Active Learning in Studying Physics as the First Research Experience of University Students. Physics Education for Students: an Interdisciplinary Approach*. Singapore, Bentham Books, 2021. pp. 13–23.

12. Popov L.M. *Psikhologiya samodeyatelnogo tvorchestva studentov* [Psychology of amateur creativity of students]. Kazan, Kazan University Publ., 1990. 240 p.
13. Bombaerts G., Vaessen B. Motivational dynamics in basic needs profiles: toward a person-centered motivation approach in engineering education. *Journal of Engineering Education*, 2022, vol. 111 (2), pp. 357–375. DOI: 10.1002/jee.20448.
14. Kuimova M.V., Burleigh D.D., Arnst Yu.Yu., Sentsov A.E. Research Activity as an Integral Component of Engineering Education. *International Scientific Researches Journal*, 2016, vol. 72, no. 4, pp. 127–131.
15. Bobrova I.I., Trofimov E.G. Application of the project methods and information technologies in the study of the disciplines of mathematical, physical cycles of the higher school. *Open Education*, 2018, vol. 22, no. 5, pp. 4–12. In Rus. DOI: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2018-5-4-12>.
16. Ccama-Mamani K.R., Chipoco Haro D.C., Gutierrez M., Palomino-Marcelo L., Rodriguez-Reyes J. Improving professional skills in a multidisciplinary team of undergraduate engineering students through project-based learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 2021. DOI:10.1088/1742-6596/2102/1/012001.
17. Vaganova O.I., Bulaeva M.N., Shagalova O.G. Methods and technologies of education in the conditions of practical oriented teaching. *Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology*, 2019, vol. 8, no. 1 (26), pp. 289–292. DOI: 10.26140/anip-2019-0801-0071. In Rus.
18. Kazakova E., Kruchek M., Moshkina E., Sergeeva O., Tikhomirova E. Interdisciplinary Approach to the Study of Physics and Mathematical Analysis. *Proceedings of ICERI2019*, 2019. pp. 4196–4201.
19. Eikhenvald A.A. *Elektrichestvo* [Electricity]. Moscow, Leningrad, State Publ. House, 1928. 760 p.

Received: 10 June 2022.  
Reviewed: 20 October 2022.

УДК 378.14

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_4

## ТВОРЧЕСТВО В ИНЖЕНЕРНОМ ВУЗЕ

**Леонова Лилия Александровна,**

кандидат технических наук, доцент, Инженерная школа ядерных технологий,  
leovalala@tpu.ru

**Надеждин Игорь Сергеевич,**

кандидат технических наук, доцент, Инженерная школа ядерных технологий,  
kun9@tpu.ru

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

В статье представлены результаты исследования влияния образовательной программы на развитие творческого мышления будущих инженеров, которое способствует успешной профессиональной инженерной деятельности, с учётом влияния на развитие творческого мышления ключевых факторов, таких как мотивация студентов, вовлечённость их в учебный процесс, научную и будущую профессиональную деятельность. Предложен и апробирован метод экспертного семинара. Этот метод может служить в качестве дополнительного инструмента для выявления проблемы, её численной оценке и поиска путей её решения. Респондентами исследования были студенты Томского политехнического университета. Полученные результаты исследования в дальнейшем могут быть использованы для повышения вовлечённости студентов в образовательный процесс, если усилить творческую компоненту обучения.

**Ключевые слова:** инженерное образование, уровень подготовленности к профессиональной деятельности, профессиональная инженерная деятельность, вовлечённость студентов в учебный процесс, экспертный семинар.

### Введение

В настоящее время инженер – одна из самых востребованных профессий среди работодателей, ведь с развитием новых технологий растёт и спрос на узкие и специфические компетенции, необходимые во многих сферах: энергетике, теплоэнергетике, машиностроении, электронике, металлургии, горном деле, добыче полезных ископаемых, строительстве, ракетостроении и множестве других. В процессе учебы студенты инженерных направлений не только проходят практическую подготовку по специальности на крупных химических, нефтегазовых и энергетических предприятиях, но и выполняют разные проекты по заказам компаний реального сектора экономики в стенах вуза, приобретая новые знания и опыт.

Однако успешность таких проектов зависит от тематик проектов, ресурсов, заинтересованности стейкхолдеров и вовлеченности студентов в эти проекты. Сегодня проектный подход уже плотно вошел в нашу жизнь, учебную и профессиональную деятельность. А как же он внедряется?

В соответствии со статьей 11 Федерального закона № 273-ФЗ «Об образовании»,

в действующей редакции от 29.12.2012 [1], Томский политехнический университет, в отношении которого установлена категория «национальный исследовательский университет» (Распоряжение Правительства РФ от 02.11.2009 № 1613-р «О Перечне университетов, в отношении которых устанавливается категория «национальный исследовательский университет»)), вправе разрабатывать и утверждать самостоятельно устанавливаемые образовательные стандарты по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры (СУОС ТПУ). В Национальном исследовательском Томском политехническом университете с 2012 г. действует СУОС ТПУ (с 2010 г. в первой редакции «Стандарты и руководства по обеспечению качества основных образовательных программ подготовки бакалавров, магистров и специалистов по приоритетным направлениям развития Национального исследовательского Томского политехнического университета», Стандарт ООП ТПУ). Он отвечает требованиям ФГОС в части результатов и условий обучения, дополняет требования ФГОС к компетенциям выпускников образовательных программ требованиями

международных стандартов инженерного образования, в том числе Стандартов CDIO, и лучшими практиками университетов-мировых лидеров. Стандарт ООП ТПУ соответствует миссии, стратегии и программе развития ТПУ как национального исследовательского университета мирового уровня, ориентированного на кадровое обеспечение и разработку технологий для ресурсоэффективной экономики. Стандарт ООП ТПУ определяет структуру программ, соответствующую критериям общественно-профессиональной аккредитации АИОР, согласованным с международными критериями. В 2011 г. ТПУ первым из российских вузов присоединился к Всемирной инициативе CDIO – масштабному международному проекту модернизации базового инженерного образования, инициированного MIT (США) и ведущими техническими университетами Швеции (KTH, Chalmers) [2]. В основе концепции CDIO (Conceive–Design–Implement–Operate) лежит освоение студентами инженерной деятельности в соответствии с моделью «Планировать–Проектировать–Производить–Применять» реальных систем, процессов и продуктов. Инициатива CDIO не была нова для российских вузов, некоторые ее содержательные элементы были и в советском образовании [3]. Они носили фрагментарный или слишком отвлеченный характер, тогда как ценность CDIO – в системном подходе к образовательной деятельности, ее практическом наполнении и степени проработки каждого из 12 стандартов международной Инициативы (CDIO Syllabus).

Согласно требованиям одного из стандартов (Стандарта 5 CDIO) учебный план ООП должен включать два или более проекта, предусматривающих получение студентами опыта проектно-внедренческой деятельности на базовом и продвинутом уровнях. Тогда-то и было принято решение внедрить в ТПУ курс «Введение в инженерную деятельность» – модуль вариативной части профессионального цикла для всех ООП подготовки бакалавров в области техники и технологий, реализуемых в ТПУ: теоретическая часть (1 ECTS) в 1 семестре первого года обучения и практическая часть – творческие проекты (3 ECTS) – во 2 семестре первого года обучения и в двух семестрах второго года обучения.

За десятилетнюю историю реализации данного модуля были наработаны кейсы, лучшие практики проектной работы, а главное – аб-

солютно точное понимание творческой составляющей этой деятельности.

### Определения и допущения

В научной литературе [4–8] существует множество вариантов трактовки понятия творческого мышления.

1. Творческое мышление это:

- разновидность мышления, позволяющее создавать качественно новый продукт или принимать оригинальные решения. Творческое мышление связано со способностью человека видеть мир немного по-другому, различать возможности и перспективы там, где другие бы ничего не заметили.
- мышление созидательное, дающее принципиально новое решение проблемной ситуации, приводящее к новым идеям и открытиям.

Обобщая, можно сказать, что это процесс формирования нестандартных мыслительных связей и концепций, которые приводят к принципиально новым решениям проблемы, к новым идеям, открытиям и явлениям.

2. Творчество – взаимодействие, ведущее к развитию [9], это процесс деятельности, создающий качественно новые материальные и духовные ценности или итог создания объективно нового. Основным критерий, отличающий творчество от изготовления (производства), – уникальность его результата. Результат творчества невозможно прямо вывести из начальных условий. Никто, кроме, возможно, автора, не может получить в точности такой же результат, если создать для него ту же исходную ситуацию. Таким образом, в процессе творчества автор вкладывает в материал некие несводимые к трудовым операциям или логическому выводу возможности, выражает в конечном результате какие-то аспекты своей личности. Именно этот факт придаёт продуктам творчества дополнительную ценность в сравнении с продуктами производства.

Часто эти два понятия путаются, особенно молодежью (абитуриентами и студентами 1 курса, которые поступили на инженерные направления) при выполнении творческих проектов.

Творческий проект в школе – это проект, направленный на создание какого-то творческого продукта; проект, предполагающий

свободный, нестандартный подход к оформлению результатов работы.

Творческий проект в университете напрямую связан с творческим инженерным мышлением.

Формированию и развитию творческого мышления способствуют: определенная организация учебного процесса в вузе, содержание образовательной программы, образовательные технологии, содержание дисциплин, сами учебные задания и активности.

#### **Гипотеза исследования:**

*Определенная система организации учебного процесса (правильно выстроенная образовательная программа, выбранные образовательные технологии, содержание дисциплин и заданий) может существенно влиять на сформированность и развитость творческого мышления. Творческая деятельность студентов, как один из индикаторов вовлеченности [10] в учебный процесс, способствует подготовленности студентов к успешной профессиональной деятельности.*

#### **Методы, этапы и результаты исследования**

Для оценки влияния основной образовательной программы на развитие творческого мышления у студентов технического ВУЗа использован метод экспертного семинара. Экспертный семинар – это коллективная работа, направленная на анализ имеющейся проблемы, проведение оценки состояния проблемы, определение признаков и индикаторов состояния проблемы, анализ состояния и определение вызовов и путей ее решения [11–13]. В представленном исследовании в качестве экспертов выступили студенты Инженерной школы ядерных технологий ТПУ, обучающиеся на 1–2 курсах по основной образовательной программе (ООП) «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла». В данном случае компетентность экспертов оценивалась не по уровню квалификации или занимаемой должности, а по опыту непосредственного вовлечения и знанию проблемы «изнутри» [11].

Структура экспертного семинара может быть описана следующим алгоритмом:

- Этап 1: Вводная информационная часть;
- Этап 2: Индивидуальная и командная экспертная оценка;
- Этап 3: Построение проверочной матрицы оценки состояния проблемы;

- Этап 4: Определение препятствий и формулирование рекомендаций для решения проблемы.
- Этап 5: Анализ полученных результатов и выводы [14].

#### **Этап 1: Вводная информационная часть**

На первом этапе обсуждалось содержание экспертного семинара. Респондентам предлагалась справочная информация по тематике семинара. Участников проинструктировали о формате семинара, целях и задачах, форме выполнения заданий (индивидуально или в группе). Далее совместно с участниками семинара обсудили проблему семинара, выдвинули допущения и ограничения, определили цель семинара и рабочую гипотезу.

Целью семинара являлось исследование влияния основной образовательной программы на развитие творческого мышления у студентов технического вуза.

#### **Этап 2: Индивидуальная и командная экспертная оценка**

На этом этапе студенты зарегистрировались с помощью заранее созданной Google-формы (рис. 1), вводя свои фамилии, имена и отчества, а также отвечая на вопрос: «Как вы думаете, насколько ваша ООП способствует развитию творческого мышления?».

В результате регистрации и проведенного опроса было установлено, что порядка 46 % студентов считают, что их ООП приемлемо способствует развитию творческого мышления, 37,8 % – слабо способствует развитию творческого мышления, 8,1 % – хорошо способствует развитию творческого мышления, 5,4 % – превосходно способствует развитию творческого мышления и 2,7 % – не способствует развитию творческого мышления. Полученные данные представлены в виде диаграммы на рис. 2.

Следующим шагом перед экспертами была поставлена командная задача, для этого студенты были разделены на четыре подгруппы. Сформированным подгруппам было дано задание – сформулировать признаки, которые на их взгляд оказывают влияние на формирование творческого мышления современных студентов. Каждая подгруппа сформулировала от 4 до 9 признаков. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Рис. 1. Внешний вид Google-формы для регистрации студентов

Fig. 1. Appearance of the Google form for student registration

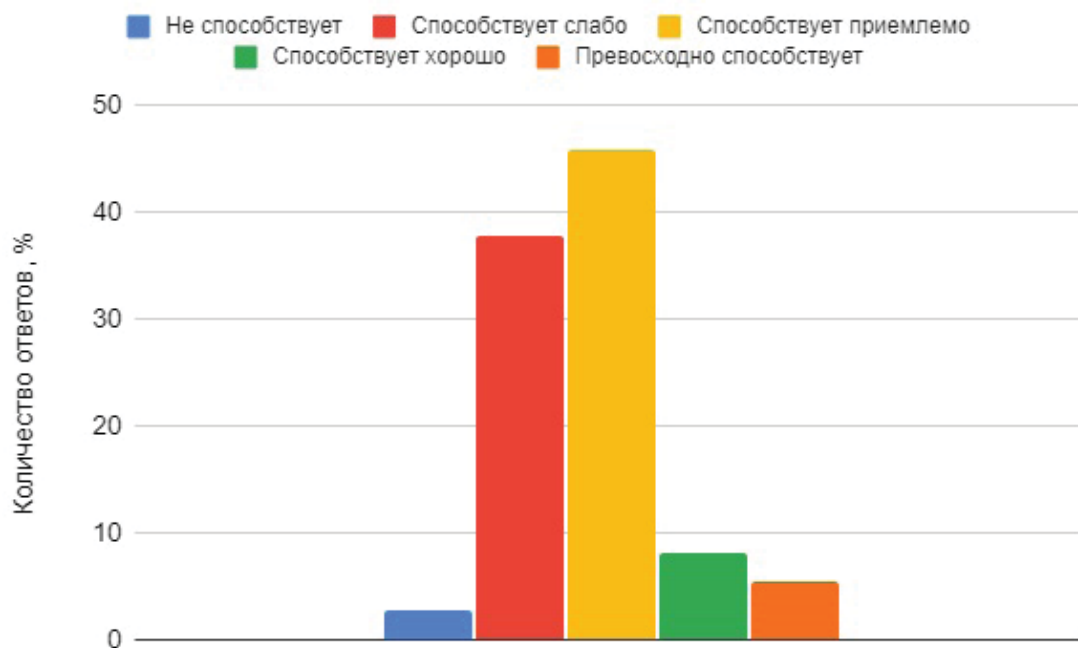


Рис. 2. Результаты опроса студентов

Fig. 2. Results of the survey of students

Далее было проведено обсуждение всеми студентами и ведущими семинара сформулированных признаков с целью выявить признаки, повторяющиеся в нескольких подгруппах либо те, которые, по мнению большинства студентов, оказывают существенное влияние на формирование и развитие творческого мышления.

В ходе обсуждения были выявлены следующие пять признаков:

- доля инициативных заданий, решить которые можно множеством способов (альтернативных и креативных);
- доля практических и лабораторных занятий;
- доля дисциплин и тем, а также инфраструктуры, свободных для выбора студентами;

**Таблица 1.** Признаки, сформулированные подгруппами  
**Table 1.** Signs formulated by subgroups

Подгруппа/Subgroup				
	1	2	3	4
1	Среднее время принятия альтернативного (но эффективного) решения Average time to make an alternative (but effective) decision	Доля часов на саморазвитие Proportion of hours for self-development	Доля студентов, занимающихся исследовательскими проектами Proportion of students involved in research projects	Процент практических и лабораторных занятий Percentage of practical and laboratory classes
2	Доля творческих заданий Proportion of creative tasks	Процент ресурсов на человека Percentage of resources per person	Доля тем, свободных для выбора Proportion of themes available for selection	Процент учащихся, заинтересованных в выполнении творческих заданий Percentage of students interested in performing creative tasks
3	Доля заданий, которые проверяются взаимно Proportion of tasks that are checked mutually	Доля научных статей и работ Proportion of scientific articles and papers	Доля доступности инфраструктуры Infrastructure availability proportion	–
5	Доля заданий, требующих командной работы Percentage of tasks requiring teamwork	Доля дополнительных дисциплин Proportion of additional disciplines	–	–
6	–	Доля практических и лабораторных занятий Proportion of practical and laboratory classes		
7	–	Доля заданий, решить которые можно множеством способом Percentage of tasks that can be solved in multiple ways	–	–
8	–	Доля студентов, получающих стипендии Percentage of students receiving scholarships	–	–
9	–	Доля свободного времени, используемого на решение творческих задач (кейсовых) Proportion of free time used to solve creative problems (case)	–	–

- доля заданий, требующих командной работы;
- процент занятий (лекций) и конференций с представителями производственных предприятий, экскурсий.

По мнению студентов, выступающих в роли экспертов, указанные выше признаки оказывают наибольшее влияние на формирование творческого мышления.

### **Этап 3: Построение проверочной матрицы оценки состояния проблемы**

На этом этапе студентам было предложено каждому на своей странице и в своей таблице для каждого признака сформировать шкалу от

0 до 100, которая соответствовала бы оценкам: не способствует, способствует слабо, способствует приемлемо, способствует хорошо и превосходно способствует развитию творческого мышления. В итоговой таблице (матрице) находилось среднее значение из всех таблиц студентов и таким образом формировалась единая шкала. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Как видно (табл. 2), для первого признака – доля инициативных заданий, решить которые можно множеством способов (альтернативных и креативных), была сформирована следующая шкала: от 0 до 1,8 – не способствует, от 1,8 до 12,8 – способствует слабо, от 12,8



**Таблица 2.** Матрица признаков оценки влияния организации учебного процесса на формирование творческого мышления

**Table 2.** Matrix of signs for assessing the impact of educational process organization on the formation of creative thinking

Удельный вес Specific gravity	SQ	Признак Sign	Не способствует Not contributes	Способствует слабо Contributes low	Способствует приемлемо Contributes Acceptably	Хорошо способствует Contributes well	Превосходно способствует Excellent contributes
0,1	38,1	Доля инициативных заданий, решить которые можно множеством способов; альтернативных и креативных (посты) Proportion of initiative tasks that can be solved in multiple ways; alternative and creative (posts)	1,8	12,8	28,4	39,9	53,6
0,3	45,9	Доля практических и лабораторных занятий Proportion of practical and laboratory classes	1,8	15,3	32,8	46,2	59,7
0,2	40	Доля дисциплин и тем, инфраструктуры, свободных для выбора Proportion of disciplines and topics, infrastructure, free to choose	2,6	14,1	30,8	42,4	55,2
0,2	38,4	Доля заданий, требующих командной работы (взаимная оценка) Proportion of tasks requiring teamwork (peer evaluation)	2,8	11,6	24,5	43,1	50,6
0,2	21	Процент занятий (лекций) и конференций с представителями производственных предприятий, экскурсий Percentage of classes (lectures) and conferences with representatives of manufacturing enterprises, excursions	1,9	14,1	26,8	35,4	44,7

до 28,4 – способствует приемлемо, от 28,4 до 39,9 – способствует хорошо и от 39,9 до 53,6 – превосходно способствует. Аналогичным образом были сформированы шкалы для оставшихся признаков (табл. 2).

Далее студентам было предложено дать численную оценку выделенных признаков относительно их ООП «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла», то есть в процентах оценить, как каждый выделенный признак, влияющий на формирование творческого мышления, реализован или выполняется на ООП, в рамках которой они получают образование. Полученные результаты представлены в табл. 2 во втором столбце с заголовком «SQ». Согласно ранее разработанной студентами-экспертами шкале выделенные признаки, в большинстве своем, хорошо способствуют развитию творческого мышления студентов, обучающихся на ООП «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

Также студентами-экспертами было выполнено ранжирование выделенных признаков. Согласно мнению студентов-экспертов, наибольшее значение и влияние на формирование

творческого мышления у студентов оказывает доля практических и лабораторных занятий.

#### **Этап 4: Определение препятствий и формулирование рекомендаций для решения проблемы**

Следующим шагом студентам было предложено выделить препятствия на пути совершенствования организации учебного процесса для формирования творческого мышления. В ходе коллективной работы студентами было выделено 14 различных препятствий (табл. 3). Затем каждый студент на своей странице выделил три препятствия, которые, по его мнению, оказывают наибольшее влияние на совершенствование организации учебного процесса для формирования творческого мышления. В результате суммирования этих оценок было выполнено ранжирование ранее выделенных препятствий; полученные результаты представлены в табл. 3.

Как видно (табл. 3), по мнению студентов-экспертов, наибольшее влияние на совершенствование организации учебного процесса для формирования творческого мышления оказывают такие препятствия, как:

**Таблица 3.** Препятствия на пути совершенствования организации учебного процесса для формирования творческого мышления

**Table 3.** Obstacles to improving the organization of the educational process for creative thinking formation

№	Препятствия на пути совершенствования организации учебного процесса для формирования творческого мышления Obstacles to improving the organization of the educational process for creative thinking formation	Рейтинг Rating	Сумма Sum
1	мало работы в лаборатории, в т. ч. НИР/lack of work in the laboratory, incl. research	1	4
2	самостоятельной работы студента много/student's independent work a lot	1	3
3	устаревшие методики, технологии преподавания outdated methods, teaching technologies	1	3
4	неправильные, устаревшие требования к студентам incorrect, outdated requirements for students	1	3
5	мало встреч с представителями предприятий a few meetings with representatives of enterprises	1	3
6	не мотивирующая балльная система/non-motivating point system	1	2
7	мало практических занятий, консультаций/lack of practical exercises, consultations	1	2
8	большое количество контролируемых мероприятий на одной неделе (конференц-неделя) a large number of control activities in one week (conference week)	1	1
9	устарели дисциплины/obsolete disciplines	1	1
10	нет тайм-менеджмента/no time management	1	1
11	пандемия, дистант, маски/pandemic, distance, masks	1	1
12	большой объем учебных занятий/large amount of training sessions	0	0
13	плотное расписание/busy schedule	0	0
14	дорога в университет/road to university	0	0

- мало работы в лаборатории, в т. ч. НИР;
- много самостоятельной работы студентов;
- устаревшие методики, технологии преподавания;
- неправильные, устаревшие требования к студентам;
- мало встреч с представителями предприятий.

На завершающем этапе экспертного семинара студентом было предложено сформулировать рекомендации, которые позволят преодолеть выделенные препятствия. Для этого студенты были разделены на две подгруппы. Суммарно было сформулировано 9 рекомендаций (табл. 4).

Затем в результате коллективного обсуждения сформулированных рекомендаций были выделены три рекомендации, которые являются наиболее важными и первостепенными для реализации и исполнения. Как видно (табл. 4), по мнению студентов-экспертов, наиболее важными и способствующими организации учебного процесса для формирования творческого мышления, являются такие рекомендации как:

- согласовать теорию с практикой;
- внедрить новые методики преподавания, стать инновационным пилотным проектом;

- добавить количество лабораторных работ с целью приобретения практического опыта.

На этом практическая часть экспертного семинара была завершена. Далее был произведен анализ полученных результатов и сделаны соответствующие выводы.

#### **Этап 5: Анализ полученных результатов и выводы**

В результате проведенного экспертного семинара со студентами 1–2 курсов по ООП «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла» было установлено, что данная ООП хорошо способствует развитию творческого мышления студентов, хотя изначально студенты в большинстве своем (46 %) высказались о том, что данная ООП приемлемо способствует развитию творческого мышления студентов. В данном случае стоит говорить о правильности результата, полученного в ходе экспертного семинара, так как этот результат основан на коллективных обсуждениях и критериальной оценке, а также лишен субъективизма и эмоциональной составляющей.

Выделенные студентами препятствия, которые мешают совершенствованию органи-

**Таблица 4.** Рекомендации для совершенствования организации учебного процесса для формирования творческого мышления

**Table 4.** Recommendations for improving the educational process organization for creative thinking formation

	2 подгруппа / 2 subgroup		2 подгруппа / 2 subgroup
1	Согласовать теорию с практикой Coordinate theory with practice	1	Увеличить долю заданий, где требуется найти принципиально новое решение Increase the proportion of tasks where you need to find a fundamentally new solution
2	Необходимо преподавание истории 19–21 вв. (новая/новейшая, не школьная про древний мир) The need for history teaching of the 19–21 <sup>st</sup> century (new/latest, not school about the ancient world)	2	Добавить количество лабораторных работ с целью приобретения практического опыта Add a number of labs to gain hands-on experience
3	Внедрить новые методики преподавания, стать инновационным пилотным проектом Use new teaching methods, become an innovative pilot project	3	Увеличить выбор тем для различной деятельности Increase the choice of topics for various activities
4	Разрешать селить в общежития людей из Томской области, если есть места, ввести проездные для студентов Allow setting people from the Tomsk region in dormitory, if there are places, introduce travel cards for students	4	Увеличить долю заданий, требующих использования коллективного разума Increase the proportion of tasks that require the use of collective intelligence
		5	Назначить больше встреч с представителями производственных предприятий для понимания того, что ожидает студентов после окончания университета Schedule more meetings with representatives of manufacturing enterprises to understand what awaits students after graduation

зации учебного процесса для формирования творческого мышления (табл. 3), четко демонстрируют ориентированность современных студентов на получение большего количества практических навыков и опыта. Также среди сформулированных рекомендаций (табл. 4) прозвучало предложение о синхронизации теории и практики. В настоящее время студенты не понимают для чего им дается тот или иной «кусочек» теоретического материала, если они никак не применяют его на практике. Еще одним пробелом в формировании творческого мышления студентов является отсутствие заданий (на практических занятиях, лабораторных работах либо на НИРС), решение ко-

торых требует нестандартных подходов и нетривиальных решений.

### Заключение

Таким образом, проведенный экспертный семинар в очередной раз подтвердил влияние высшего учебного заведения и основной образовательной программы в частности на формирование творческого мышления студентов. С учетом современного динамично развивающегося мирового сообщества и новых вызовов возникает острая необходимость модернизации методов и подходов при подготовке будущих специалистов для эффективного и качественного развития у них творческого мышления.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» № 273-ФЗ от 29 декабря 2012 года. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) (дата обращения: 21.03.2022 г.)
2. Долженко Р.А. Концепция CDIO как основа инженерного образования: промежуточные итоги и направления дальнейшего использования в России // Известия Уральского государственного горного университета – 2017. – Вып. 2 (46). – С. 104–108. DOI: 10.21440/2307-2091-2017-2-104-108
3. Дубынин П.А., Клешнина И.А. Сравнительный анализ инженерного образования Советского Союза и Российской Федерации // Решетневские чтения. – 2016. – С. 513–514. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-inzhenernogo-obrazovaniya-sovetskogo-soyuza-i-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения 21.03.2022).
4. Хазратова Н.В. Формирование креативности под влиянием микросреды: автореф. дис. ... канд. психол. наук. – М., 1994. – 16 с.

5. Яковлева Е.Л. Психология развития творческого потенциала личности. – М.: Флинта, 1997. – 222 с.
6. Столяров А.М. Эвристические приемы и методы активизации творческого мышления. – М.: Изд-во ВНИИПИ, 1988. – 80 с.
7. Зинченко В.П., Моргунов Е.Б. Человек развивающийся: очерки российской психологии. – М.: ТОО «Тривола», 1994. – 333 с.
8. Пономарев Я.А. Психология творческого мышления. – М.: Изд-во Акад. пед. наук РСФСР, 1960. – 352 с.
9. Ручкова Н.А., Ледовских И.А. Определение понятия «творческое мышление» в научной литературе по психологии // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. – 2010. – Т. 16. – № 3. – С. 310–316.
10. Малошонок Н.Г. Вовлеченность студентов в учебный процесс в российских Вузах // Высшее образование в России. – 2014. – № 1. – С. 37–44.
11. Толкачева К.К. Экспертный семинар как форма реализации целей проблемно-ориентированного обучения специалистов в области техники и технологии: автореферат дис. ... канд. пед. наук: – Казань, 2015. – 24 с.
12. Метод экспертных оценок: виды, критерии и примеры // Коммерческий директор. Профессиональный журнал коммерсанта. URL: <https://www.kom-dir.ru/article/3450-metod-ekspertnyh-otsenok> (дата обращения: 05.05.2022).
13. Печерская Е.А., Печерский А.В., Николаев К.О. Методологические основы управления научно-исследовательской и инновационной деятельностью в вузе // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». Т. 1 / под. ред. Н.К. Юркова. – Пенза: ПГУ, 2015. – С. 252–255.
14. Савинова О.В. Апробация экспертного семинара по теме «Вовлеченность студентов в научно-исследовательскую работу во время обучения» // Инженерное образование. – 2021. – № 29. – С. 34–44. DOI: 10.54835/18102883\_2021\_29\_3

Дата поступления: 10.06.2022 г.

Дата принятия: 20.10.2022 г.

UDC 378.14

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_4

## CREATIVITY IN AN ENGINEERING UNIVERSITY

**Liliya A. Leonova,**

Cand. Sc.,

leonovala@tpu.ru

**Igor S. Nadezhdin,**

Cand. Sc.,

kun9@tpu.ru

National Research Tomsk Polytechnic University,  
30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russia.

The article presents the results of a study of educational program influence on the development of creative thinking of future engineers, which contributes to successful professional engineering activities, taking into account the influence on the development of creative thinking of key factors such as student motivation, their involvement in the educational process, scientific and future professional activities. The method of an expert seminar has been proposed and tested. This method can serve as an additional tool for identifying the problem and ways to solve it, numerical evaluation. The study respondents were students of the Tomsk Polytechnic University. The results of the study can be further used to increase the involvement of students into educational process if the creative component of learning is strengthened.

**Keywords:** engineering education, level of preparedness for professional activity, professional engineering activity, involvement of students in the educational process, expert seminar.

## REFERENCES

1. *Federalnyy zakon «Ob obrazovanii v Rossiyskoy Federatsii» № 273-FZ ot 29 dekabrya 2012 goda* [Federal Law «On Education in the Russian Federation» No. 273-FZ of December 29, 2012]. Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) (accessed: 21 March 2022).
2. Dolzhenko R.A. CDIO concept as the basis of engineering education: interim results and directions for further use in Russia. *News of the Ural State Mining University*, 2017, Iss. 2 (46), pp. 104–108. In Rus. DOI: 10.21440/2307-2091-2017-2-104-108
3. Dubynin P.A., Kleshnina I.A. Sravnitelny analiz inzhenernogo obrazovaniya Sovetskogo Soyuz i Rossiyskoy Federatsii [Comparative analysis of engineering education in the Soviet Union and the Russian Federation]. *Reshetnevskie chteniya*, 2016. pp. 513–514. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-inzhenernogo-obrazovaniya-sovetskogo-soyuz-i-rossiyskoy-federatsii> (accessed 21 March 2022).
4. Khazratova N.V. *Formirovanie kreativnosti pod vliyaniem mikro sredy*. Avtoreferat Diss. Kand. nauk [Formation of creativity under the influence of the microenvironment. Cand. Diss. Abstract]. Moscow, 1994. 16 p.
5. Yakovleva E.L. *Psikhologiya razvitiya tvorcheskogo potentsiala lichnosti* [Psychology of the development of the creative potential of the individual]. Moscow, Flinta Publ., 1997. 222 p.
6. Stolyarov A.M. *Evristsicheskie priemy i metody aktivizatsii tvorcheskogo myshleniya* [Heuristic techniques and methods for activating creative thinking]. Moscow, VNIPI Publ., 1988. 80 p.
7. Zinchenko V.P., Morgunov E.B. *Chelovek razvivayushchiysya: ocherki rossiyskoy psikhologii* [Developing man: essays on russian psychology]. Moscow, Trivola Publ., 1994. 333 p.
8. Ponomarev Ya.A. *Psikhologiya tvorcheskogo myshleniya* [Psychology of creative thinking]. Moscow, Acad. ped. Sciences of the RSFSR Publ. House, 1960. 352 p.
9. Ruchkova N.A., Ledovskikh I.A. Opredelenie ponyatiya «tvorcheskoe myshlenie» v nauchnoy literature po psikhologii [The definition of «creative thinking» in scientific literature in psychology]. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.A. Nekrasova*, 2010, vol. 16, no. 3, pp. 310–316.
10. Maloshonok N.G. Student engagement in learning in Russian universities. *Vysshee Obrazovanie v Rossii*, 2014, no. 1, pp. 37–44. In Rus.
11. Tolkacheva K.K. *Ekspertny seminar kak forma realizatsii tseley problemno-orientirovannogo obucheniya spetsialistov v oblasti tekhniki i tekhnologii*. Avtoreferat Diss. Kand. nauk [Expert seminar as a form of realization of the goals of problem-oriented training of specialists in the field of engineering and technology. Cand. Diss. Abstract]. Kazan, 2015. 24 p.

12. Metod ekspertnykh otsenok: vidy, kriterii i primery [Method of expert assessments: types, criteria and examples]. *Kommercheskiy direktor. Professionalny zhurnal kommersanta*. Available at: <https://www.kom-dir.ru/article/3450-metod-ekspertnyh-otsenok> (accessed: 5 May 2022).
13. Pecherskaya E.A., Pecherskiy A.V., Nikolaev K.O. Metodologicheskie osnovy upravleniya nauchno-issledovatel'skoy i innovatsionnoy deyatelnostyu v vuze [Methodological foundations of management of research and innovation activities at the university]. *Trudy Mezhdunarodnogo simpoziuma. Nadezhnost i kachestvo* [Proceedings of the International Symposium. Reliability and Quality]. Vol. 1. Ed. by N.K. Yurkov. Penza, PSU Publ., 2015. pp. 252–255.
14. Savinova O.V. Oprobation of an expert seminar on «students' involvement in research work during studying». *Engineering education*, 2021, no. 29, pp. 34–44. In Rus. DOI: 10.54835/18102883\_2021\_29\_3.

Received: 10 June 2022.

Reviewed: 20 October 2022.

УДК 378.147

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_5

## КОМПЛЕКСНЫЕ ЗАДАНИЯ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ СПЕЦИАЛЬНЫМ РАЗДЕЛАМ МАТЕМАТИКИ

**Петрова Лилия Сергеевна,**

кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры высшей математики,  
petrov.306@mail.ru

Омский государственный университет путей сообщения,  
Россия, 644046, г. Омск, пр. Маркса, 35.

Развитие метапредметных компетенций при освоении образовательных программ высшего образования в рамках компетентностного подхода в соответствии с различными теоретическими и практическими аспектами актуализирует проблему разработки методического обеспечения метапредметного обучения студентов высших учебных заведений, в том числе студентов технических направлений и специальностей. Отражается необходимость интегрированного обучения в контексте междисциплинарной интеграции, способствующей освоению студентами универсальных учебных действий и способов деятельности посредством формирования целостных, гармонических, комплексных представлений, активизации познавательной деятельности, развития системного и критического мышления, коммуникативных способностей. Рассматривается применение комплексных заданий как средства достижения обучающимися метапредметных и предметных результатов освоения образовательной программы на основе установления метапредметных связей при обучении различным дисциплинам. Представлены критерии отбора и конструирования комплексных заданий, способствующих реализации внутрипредметных связей при обучении специальным разделам математики и межпредметных связей с другими учебными дисциплинами. Определены основные направления применения математических пакетов и сред программирования при обучении специальным разделам математики студентов технических направлений и специальностей на уровнях бакалавриата (специалитета) и магистратуры. Приведенные примеры комплексных заданий по тематике специальных разделов математики, предусматривающие при выполнении задания использование системы MathCAD или сред программирования, позволяют за счет раскрытия межпредметных связей реализовывать межсистемный и смешанный уровень комплексности. Использование комплексных заданий при освоении специальных разделов математики студентами технических направлений способствует развитию у обучающихся универсальных учебных действий и способов деятельности, стимулируя творческую активность и исследовательскую деятельность.

**Ключевые слова:** компетентностный подход, метапредметные компетенции, интегрированное обучение, комплексные задания, универсальные учебные действия.

### Введение

Современные тенденции обновления требований к планируемым результатам освоения образовательных программ высшего образования, обеспечиваемых отдельными дисциплинами и практиками, связаны с компетентностным подходом и интегративным характером развиваемых компетенций. При этом наряду с личностными и предметными результатами рассматриваются метапредметные результаты, предполагающие освоение студентами универсальных учебных действий и способов деятельности.

В контексте компетентностного подхода метакомпетенции являются «надпрофессиональными» компетенциями, способствующими развитию навыков аналитического, критического, творческого мышления, межличностной коммуникации, приобретению новых знаний [1. С. 450].

Теория и методология метапредметного подхода рассматриваются исследователями для разных уровней образования (общего, среднего профессионального, высшего, послевузовского) и в различных теоретических направлениях в зависимости от интерпретации основных понятий.

Отсутствует единый подход к выделению и описанию структурных компонентов метапредметных компетенций: содержательный, операционный и мотивационный компоненты (А.А. Быков, Д.Ю. Коноплев, О.М. Киселева [2. С. 185]), ценностно-личностный, регулятивный, коммуникативный и познавательный компоненты (Н.А. Тимошук [3. С. 192]), мотивационно-личностный, когнитивно-рефлексивный и эмпатийный (А.Г. Бермус, Е.В. Сизова [1. С. 456]) и др.

Рассматривая вопрос классификации метапредметных компетенций, исследователями

акцентируется внимание на следующих видах компетенций: учебно-познавательные, проблемно-поисковые, информационные, контрольно-оценочные, коммуникативные (Е.А. Яровая [4]), социально-коммуникативные, регулятивные, когнитивные, общепрофессиональные (А.Г. Бермус, Е.В. Сизова [1. С. 454]) и др.

В контексте категориального аппарата ФГОС ВО 3++ в качестве метапредметных компетенций рассматривают универсальные компетенции, включающие самоорганизацию и саморазвитие, разработку и реализацию проектов, системное и критическое мышление, командную работу, межкультурное взаимодействие, лидерство и коммуникативность (М.С. Мотышина [5. С. 279]).

Зарубежными исследователями метапредметные компетенции обозначаются термином «метакомпетенции», при этом особое внимание уделяется развитию метакомпетенций в рамках карьерных [6], бизнес-компетенций [7, 8], предпринимательских [9], лидерских [10] компетенций в образовательных программах различных уровней и в профессиональных бизнес-программах.

Реализация комплексного подхода к оценке результатов обучения способствует установлению целесообразности формирования ключевых компетенций посредством специальных заданий. В исследовании А.М. Ниязовой [11] в качестве таких заданий рассматриваются компетентностно-ориентированные задания, предполагающие самостоятельные действия учащегося в поиске и нахождении нужной информации для его выполнения.

В современных исследованиях актуализируется проблема формирования метапредметных компетенций у обучающихся средствами различных учебных дисциплин, в том числе на основе их интеграции.

### **Методология развития метапредметных компетенций на основе интегрированного обучения**

Интегративный характер метапредметных компетенций, выявленный исследователями В.В. Осиповым, Т.П. Бугаевой [12], Ю.Н. Егоровой, Ю.А. Генваревой [13], Н.В. Науменко, Э.В. Какарека [14], О.А. Бакиевой, О.А. Поповой [15], А.Г. Бермус, Е.В. Сизовой [1], F.J. Pozuelos Estrada, F.J. Garcia Prieto, S. Conde Vélez [16] и др. устанавливает необходимость междисциплинарной интеграции,

предполагающей высокий уровень развития межпредметных связей и осуществление перехода от интеграции на уровне понятий к установлению единых концепций, формирующих системные, целостные, гармонические и комплексные представления.

Создание условий продуктивного освоения студентами межпредметных понятий и универсальных учебных действий на основе системного использования знаний из различных дисциплин рассматривается Л.В. Шкервиной и М.А. Кейв посредством специальных образовательных модулей с междисциплинарным и профессионально направленным содержанием [17], О.А. Бакиевой и О.А. Поповой в контексте реализации интегрированных программ в рамках образовательных моделей майноров и элективов [15].

Многие исследования отечественных и зарубежных авторов посвящены реализации метапредметного подхода на основе интегрированного предметно-языкового обучения на разных уровнях образования [1, 18, 19].

В исследовании J. Fernández-Sanjurjo, A. Fernández-Costales, J.M. Arias Blanco [18] акцентируется внимание на повышении уровня развития не только иноязычной коммуникативности у испанских учащихся при освоении естественно-научных дисциплин на английском языке, но и компетенций в области естествознания.

Развитие информационных метапредметных компетенций, отраженных в стандарте ФГОС ВО 3++ при обучении студентов, рассматривается на основе интеграции различных предметных областей с информационными технологиями посредством использования разнообразных программных средств (специализированных программ, пакетов имитационного моделирования, расчетных систем и др.) [5, 12]. Возможность применять программное обеспечение для моделирования объектов (процессов, явлений) стимулирует развитие творческой активности, способствует реализации проектной деятельности и совершенствованию навыков исследовательской деятельности [20].

Направленность проектной и исследовательской деятельности студентов на систематизацию и расширение знаний, применяемых при моделировании процессов и явлений, способствует развитию метапредметных компетенций. В работе М.С. Мотышиной [5] определяются системный и проектный подхо-



ды как основные методологические подходы к формированию у магистрантов метапредметных, универсальных компетенций с выделением в качестве инструментария разнообразных методов и средств моделирования объектов (процессов, явлений).

В исследовании Ю.Н. Егоровой, Ю.А. Генваревой [13] рассматриваются методы формирования метапредметных компетенций у студентов железнодорожного вуза посредством активизации самостоятельной работы и привлечения студентов к научно-исследовательской деятельности.

Исследователями F.J. Pozuelos Estrada, F.J. Garcia Prieto, S. Conde Vélez [16] выделяются в обучении студентов вуза помимо традиционных подходов, основанных на запоминании и следовании инструкциям, направленных на передачу информации для сдачи тестов на память и экзаменов, альтернативные подходы, ориентированные на развитие когнитивных навыков более высокого уровня, на получение актуального знания, которое может использоваться в различных контекстах. Предлагается опыт обучения студентов, осуществляемого через инновационные предложения в рамках выполняемых работ и исследовательских проектов с рассмотрением актуальных вопросов, требующих сочетания теоретического содержания предметной области, а также практической реализации, предполагающей значительное преобразование знаний обучающихся для создания оригинальных выводов [21].

Современными исследователями рассматриваются возможности формирования предметных и метапредметных результатов обучения на основе внутрипредметной и межпредметной интеграции посредством выполнения комплексных заданий и решения комбинированных задач. В работе И.А. Завершинской и И.А. Морозова [22] обосновывается взаимосвязь между решением комбинированных (имеющих содержательные связи между различными разделами физики) физических задач и формированием планируемых результатов обучения в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта общего образования.

Реализация интегрированного обучения, предполагающего установление концептуальных связей с установлением общих идей и формирование комплексного видения при ре-

шении проблем, требует определения новых направлений в организации учебного процесса в практике обучения различным учебным дисциплинам.

#### **Потенциал использования комплексных заданий как средства достижения метапредметных и предметных результатов обучения**

Рассматривая комплексные задания (задачи) как средство достижения обучающимися метапредметных и предметных результатов освоения образовательной программы, исследователи акцентируют внимание на развитии у обучающихся умений комплексного анализа, систематизации, обобщения, творческих способностей, личностных и профессиональных качеств, стремления к саморазвитию и самореализации.

В работе А.В. Прохорова, С.В. Омельченко [23] отмечается межпредметный характер комплексных заданий с необходимостью отражения профессионально направленного содержания, стимулирующих познавательный интерес и творческую активность студентов. В комплексном задании для самостоятельной работы выделяются две части (теоретическая и практическая) и акцентируется внимание на разработке методов решения поставленной задачи на основе поиска и анализа необходимых источников при выполнении теоретической части, а также на сопоставлении теоретического знания с практическим применением при освоении логики и методики выполнения определенных действий.

Основной особенностью комплексных заданий, рассматриваемых исследователями в качестве инструментария контроля формирования компетенций, определяется возможность выполнения данных заданий с привлечением знаний из различных научных областей [24]. В работе Т.А. Снигиревой, И.А. Гришановой, Е.В. Ворсиной, Т.Г. Станкевич, М.С. Рябчиковой [24] приведены определение и примеры практико-ориентированных комплексных заданий с выделением теоретической основы задания, математической и профессиональной составляющих при обучении физике в медицинском вузе.

В рамках анализа задач, требующих комплексного применения знаний из различных разделов одной или нескольких учебных дисциплин, способствующих формированию универсальных учебных действий, в исследовании

О.Р. Шеффер выделены критерии отбора и конструирования комплексных физических задач с определением уровней сложности (подсистемный, внутрисистемный, межсистемный, смешанный) в зависимости от числа задействованных связей. Подсистемный уровень включает задачи, при решении которых используются знания описания (понятия, законы, теории) и знания предписания (методы познания) из одного раздела или темы. Внутрисистемному уровню соответствуют задачи с применением знания-описания и знания-предписания различных разделов одной учебной дисциплины. Для решения задач межсистемного уровня требуется реализация межпредметных связей двух и более дисциплин. Решение задач смешанного уровня предусматривает применение знаний-описаний и знаний-предписаний из различных разделов изучаемой дисциплины и других естественнонаучных и математических дисциплин [25].

Решение задач и выполнение заданий при освоении уравнений математической физики, теории функций комплексного переменного, операционного исчисления (специальных разделов математики) сопряжено с комплексным использованием математического аппарата различных разделов математики, с реализацией достаточно сложных расчетов и интерпретацией результатов, что уже соответствует внутрисистемному уровню сложности. Использование математических пакетов (в частности, MathCAD), созданных в качестве инструмента работы расчетчиков-инженеров, характеризующихся доступностью и наглядностью в применении, позволяет рассматривать решение задач при освоении специальных разделов математики студентами технических направлений и специальностей на разных уровнях сложности с использованием символьных преобразований, встроенных функций и программированием алгоритмов, переводя рассматриваемые задания на более высокие уровни сложности (межсистемный и смешанный).

Анализ основных типов задач (заданий), способствующих реализации внутрисистемных связей при обучении специальным разделам математики и межпредметных связей с другими учебными дисциплинами, позволил выделить следующие критерии отбора и конструирования комплексных заданий:

- присутствие в фабуле задания терминологии и тематики смежных разделов (дис-

циплин) с определением содержательных связей и установлением отношений между понятиями, в том числе прикладной или профессиональной направленности;

- возможность реализации решения прикладной или профессионально-ориентированной задачи (задания) на основе методологии специальных разделов математики;
- возможность использовать методы смежных разделов (дисциплин) при решении задачи или выполнении задания по специальным разделам математики;
- используемость при выполнении задания автоматизированных математических систем с применением символьных вычислений, встроенных функций и программированием алгоритмов;
- вариативность содержания задания для выделения базового уровня с применением стандартных методов и повышенного уровня с определением задач проблемного и исследовательского характера.

Разнообразие математических методов, применяемых для выполнения комплексных заданий по специальным разделам математики, позволяет определить следующие основные направления использования математических пакетов и сред программирования при освоении данных разделов в рамках обучения дисциплине «Математика» на уровне бакалавриата (специалитета) и дисциплине «Дополнительные главы математического моделирования» на уровне магистратуры студентов технических направлений и специальностей:

- 1) реализация аналитических методов решения математических и прикладных (профессионально-ориентированных) задач с использованием символьных преобразований;
- 2) реализация аналитических методов решения математических и прикладных (профессионально-ориентированных) задач с использованием символьных преобразований и численного расчета;
- 3) реализация численных методов решения математических и прикладных (профессионально-ориентированных) задач с использованием встроенных функций;
- 4) реализация численных методов решения математических и прикладных (профессионально-ориентированных) задач с программированием алгоритмов.

Использование комплексных заданий при обучении специальным разделам математики

студентов технических направлений и специальностей за счет раскрытия задействованных внутрипредметных и межпредметных связей способствует формированию универсальных учебных действий и развитию метапредметных компетенций (активизация познавательной деятельности, развитие творческого потенциала, системного и логического мышления, сравнительного анализа, обобщения).

В качестве примера комплексного задания смешанного уровня сложности с применением операторов аналитических преобразований палитры символьных операций приводится задание по тематике операционного исчисления при обучении специальным разделам математики на уровне бакалавриата (специалитета).

**Задание 1.** По изображению

$$\frac{-p^3 + 10p^2 + 21p + 126}{(p^2 + 2p + 10)(p^2 - 5p + 4)}$$

найти оригинал функции. Задание необходимо выполнить непосредственно (без использования систем автоматизации математических вычислений) и с применением системы MathCAD.

Нахождение оригинала в случае, если изображение является правильной рациональной дробью, основывается на представлении изображения в виде суммы простейших рациональных дробей и нахождении оригиналов для каждой простейшей дроби с использованием таблицы оригиналов и изображений. При выполнении задания с применением системы MathCAD используется команда `parfrac`, позволяющая произвести разложение правильной рациональной дроби на простейшие дроби. Последовательное использование команд `parfrac` и `invlaplace` палитры символьных преобразований позволяет найти оригинал для рациональной дроби и сопоставить результаты реализации непосредственного решения без использования математического пакета и с его применением.

Пример комплексного задания смешанного уровня сложности, выполняемого при освоении теории функций комплексного переменного на уровне бакалавриата (специалитета), предусматривает использование операторов аналитических преобразований и численного расчета.

**Задание 2.** Найти разложение функции

$$f(z) = \frac{\sin z}{z-2}$$

в ряд Лорана в окрестности точки  $z=2$ . Задание необходимо выполнить непосредственно (без использования систем автоматизации математических вычислений) и с применением системы MathCAD.

Использование при выполнении задания команды `series` палитры символьных преобразований или пункта символьных операций главного меню системы MathCAD обеспечивает возможность сравнения полученного разложения с представлением функции в виде ряда, реализуемым на основе применения стандартных разложений в ряд Тейлора элементарных функций. Приближенное вычисление коэффициентов разложения с применением команды `float` из палитры символьных преобразований способствует сокращению вычислительных затрат и наглядному представлению полученного результата.

Более высокий уровень развития метапредметных компетенций и формирования универсальных учебных действий реализуется за счет увеличения числа задействованных межпредметных связей при решении профессионально-ориентированных (прикладных) задач с использованием программного обеспечения. В примере комплексного задания с реализацией аналитического и численного методов решения дифференциальных уравнений с частными производными для уровней бакалавриата (специалитета) и магистратуры на основе использования встроенных функций, операторов аналитических преобразований и численного расчета, палитры «Программирование» рассматривается математическая модель расчета температурного поля в процессе охлаждения бесконечно длинного цилиндра.

**Задание 3.** Цилиндр радиусом  $R=0,04$  м с начальной температурой  $t_{\text{н}}=45$  °С охлаждается в среде с температурой  $t_{\text{ж}}=10$  °С. Определите температуру поверхности  $t_{\text{с}}$  и температуру центра  $t_{\text{ц}}$  через время  $\tau=1$  ч после начала охлаждения при условии, что коэффициент температуропроводности  $a=0,0005$  м<sup>2</sup>/ч, коэффициент теплоотдачи теплообмена  $\alpha=9,304$  Вт/(м<sup>2</sup>·К), коэффициент теплопроводности  $\lambda=0,4652$  Вт/(м·К). Составляя математическую модель задачи, получите аналитическое решение задачи с использованием системы MathCAD. Напишите программу для численного решения поставленной задачи в системе MathCAD, применяя метод сеток с использованием конечно-разностных аппроксимаций.

Составление математической модели в условиях, когда на поверхности цилиндра происходит конвективный теплообмен, приводит к смешанной задаче для нестационарного уравнения теплопроводности с граничными условиями третьего рода с учетом перехода к цилиндрической системе координат и зависимости функции температуры от  $r$  (расстояние от точки до оси цилиндра) и времени  $t$ . Реализация аналитического решения задачи методом разделения переменных с использованием системы MathCAD включает блок определения собственных чисел задачи с вычислением корней функций Бесселя и определение температуры в центре и на поверхности цилиндра через формирование суммы членов ряда с уточнением числа удерживаемых членов ряда. Необходимо отметить, что получить численное решение поставленной задачи в системе MathCAD с применением встроенной функции `pdsolve` невозможно в силу особенности записи разностного уравнения в точке  $r=0$ . Для численного решения поставленной задачи в системе MathCAD реализуется метод сеток с использованием явной разностной схемы (для уровня бакалавриата и специалитета) и неявной разностной схемы с программированием алгоритма прогонки (для уровня магистратуры).

Пример комплексного задания для магистрантов при освоении методов математического моделирования процессов и явлений на основе дифференциальных уравнений с частными производными для многослойных структур и многомерных задач предусматривает программирование алгоритма для реализации неявной разностной схемы в математическом пакете или в среде программирования.

**Задание 4.** Рассчитать пространственное распределение безразмерного потенциала электрического поля в поперечном сечении двухпроводной системы полосковых линий с лицевой связью с неоднородным трехслойным диэлектрическим заполнением. Конструкция линии предусматривает два металлических проводника, находящихся друг под другом, шириной  $w_1=2$  мм и нулевой толщиной, расположенных на стыке диэлектрических слоев толщиной  $h_1=1,5$  мм,  $h_2=2$  мм,  $h_3=4,5$  мм и с соответствующей диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon_1=2,3$ ,  $\varepsilon_2=9,6$ ,  $\varepsilon_3=1,6$ , поперечное сечение расчетной области  $a=b=8$  мм. Написать программу для численного решения поставленной задачи в системе MathCAD или в

среде программирования Dev-C++ с использованием трехслойной неявной разностной схемы и применением формул для метода последовательной верхней релаксации. Результаты расчетов вывести в виде графиков распределения потенциала системы полосковых линий с лицевой связью при  $x=2$  мм,  $x=4$  мм,  $x=5,5$  мм и в виде графика распределения потенциала на границах раздела диэлектрических слоев.

При решении поставленной задачи на базовом уровне реализуется метод верхней релаксации на основе применения конечно-разностных аппроксимаций в случае равномерной сетки. При реализации повышенного уровня проводится сравнение результатов расчетов пространственного распределения безразмерного потенциала электрического поля на равномерной и неравномерной сетках с выводом соответствующих расчетных формул.

Примеры решения комплексных заданий по тематике специальных разделов математики с реализацией аналитических и численных методов решения математических и прикладных задач с использованием символьных преобразований, встроенных функций и программированием алгоритмов в системе MathCAD приведены в учебных и учебно-методических пособиях разработанных автором: «Дифференциальные уравнения математической физики», «Элементы теории функций комплексного переменного с применением системы MathCAD», «Элементы операционного исчисления с применением системы MathCAD», «Численные методы решения задач теплопроводности» (часть 1, 2), «Численные методы решения задач нестационарной теплопроводности для многослойных тел».

Использование комплексных заданий при освоении специальных разделов математики, предусматривающих применение систем автоматизации математических вычислений или сред программирования, предоставляет за счет раскрытия межпредметных связей возможность непосредственного практического применения теоретического аппарата и методологии различных разделов (тем) двух и более учебных дисциплин.

### Заключение

Количество комплексных заданий относительно общего числа заданий, выполняемых студентами бакалавриата (специалитета) при освоении специальных разделов математики

ки в рамках разработанной программы дисциплины «Математика», по традиционным для инженерно-технических направлений и специальностей темам теории функций комплексного переменного и операционного исчисления составляет 100 %, по тематике математического моделирования на основе дифференциальных уравнений с частными производными – 71 %. При обучении магистрантов дисциплине «Дополнительные главы математического моделирования» 90 % всех выполняемых заданий составляют комплексные задания. Реализация внутривидовых и межпредметных связей посредством комплексных заданий при обучении специальным разделам математики студентов технических направлений (специальностей) на уровнях бакалавриата (специалитета) и магистратуры на основе использования различных программных средств способствует развитию у обучающихся системного мышления, комплексного подхода к решению проблем, творческой активности, навыков исследовательской и проектной деятельности.

Усиление исследовательского аспекта проявляется в активном участии студентов в студенческих научных конференциях, в меж-

дународных научно-практических конференциях «Наука XXI века: опыт прошлого – взгляд в будущее» (Омск, 2016), «Актуальные проблемы математики и информатики: теория, методика, практика» (Елец, 2019), в работе над публикацией статей в научных журналах Вестник Евразийской науки (Москва, 2019), «Continuum. Математика. Информатика. Образование» (Елец, 2019, 2020), в рецензируемых научных журналах перечня ВАК «Известия Транссиба» (Омск, 2017, 2018), «Вестник СибГУТИ» (Новосибирск, 2019), Транспортные сооружения (Москва, 2020).

Реализация компетентного подхода при освоении специальных разделов математики студентами технических направлений и специальностей в контексте интегрированное обучения, направленного на развитие метапредметных компетенций, обеспечивается внутривидовой и межпредметной интеграцией различных предметных областей на основе использования разнообразных программных средств. В этом случае у студентов развиваются системные когнитивные навыки, аналитические и творческие способности, стимулирующие познавательный интерес и творческую активность.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сизова Е.В., Бермус А.Г. Метапредметный потенциал иноязычной подготовки в системе высшего нелингвистического образования // Научный диалог. – 2017. – № 12. – С. 448–461.
2. Быков А.А., Коноплев Д.Ю., Киселева О.М. Формирование метапредметных компетенций у студентов технических специальностей // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 12-1. – С. 184–187.
3. Тимошук Н.А. К вопросу формирования метапредметных компетенций у будущих бакалавров и специалистов // Самарский научный вестник. – 2016. – № 2 (15). – С. 189–194.
4. Яровая Е.А. О метапредметных компетенциях и их видах // Научные труды SWorld. – 2015. – Т. 6. – № 3 (40). – С. 66–71.
5. Мотышина М.С. Метапредметное обучение и цифровые технологии в подготовке магистрантов // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: материалы IV Международной научной конференции. В 2 ч. Ч. 1. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2020. – С. 278–282.
6. Ramdhani R.N., Budiamin A., Budiman N. Career meta-competencies and counseling career intervention 4.0 era using life design career counseling to develop career adaptability // 1st International conference on information technology and education (ICITE 2020). Advances in social science, education and humanities research. – 2020. – V. 508. – P. 708–713. DOI: <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201214.324>. URL: <https://www.atlantispress.com/proceedings/icite-20/125948703> (дата обращения: 21.02.2022).
7. Morpurgo M.T., Azevedo A. Investigating the role of professional accounting education in enhancing meta-competency development: aligning with industry perceptions // Integration and application of business graduate and business leader competency-models. – 2020. – P. 1–26. DOI: 10.4018/978-1-7998-6537-7.ch001. URL: [https://www.researchgate.net/publication/348120165\\_Investigating\\_the\\_Role\\_of\\_Professional\\_Accounting\\_Education\\_in\\_Enhancing\\_Meta-Competency\\_Development\\_Aligning\\_With\\_Industry\\_Perceptions](https://www.researchgate.net/publication/348120165_Investigating_the_Role_of_Professional_Accounting_Education_in_Enhancing_Meta-Competency_Development_Aligning_With_Industry_Perceptions) (дата обращения: 21.02.2022).
8. Ariso A., Giroto M., Fernandez J.L. The evaluation of students meta-competencies and management skills in the context of the final year project // European Conference on Innovation and Entrepreneurship. – Academic, Conferences International Limited, 2016. – P. 50–56.

9. Reis D.A., Fleury A.L., Carvalho M.M. Consolidating core entrepreneurial competences: toward a meta-competence framework // *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*. – 2020. – V. 27. – № 1. – P. 179–204.
10. Bach C., Sulikov R. Competence development in theory and practice: competence, meta-competence, transfer competence and competence development in their systematic context // *Management*. – 2019. – V. 14 (4). – P. 289–304.
11. Ниязова А.М. Компетентностно-ориентированные задания как средство достижения планируемых результатов обучения // *Известия Кыргызской академии образования*. – 2015. – № 3 (35). – С. 263–266.
12. Осипов В.В., Бугаева Т.П. Интегративный подход в формировании компетенций в образовательном процессе // *Современные наукоемкие технологии*. – 2017. – № 1. – С. 140–144.
13. Егорова Ю.Н., Генварева Ю.А. Формирование метапредметных компетенций у студентов железнодорожного вуза // *Мир науки, культуры, образования*. – 2018. – № 3 (70). – С. 31–32.
14. Науменко Н.В., Какарека Э.В. Развитие метапредметных компетенций студентов как основа организации предметной подготовки специалистов на факультете естествознания по специальности «Биология и география» // *ВЕСЦІ БДПУ. Серія 1. Педагогіка. Психологія. Філологія*. – 2019. – № 3 (101). – С. 16–21.
15. Бакиева О.А., Попова О.А. Формирование метапредметных компетенций студентов в контексте педагогических инноваций // *Вестник педагогических инноваций*. – 2018. – № 1 (49). – С. 87–98.
16. Pozuelos Estrada F.J., Garcia Prieto F.J., Conde Vélez S. Learning styles in university students: types of strategies, materials, supports, evaluation and performance. Case study // *European journal of contemporary education*. – 2020. – V. 9. – № 2. – P. 394–416.
17. Шкерина Л.В., Кейв М.А. Поликонтекстные образовательные модули в формате требований ФГОС ВО и особенности их реализации // *Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева*. – 2016. – № 2. – С. 94–101.
18. Fernández-Sanjurjo J., Fernández-Costales A., Arias Blanco J.M. Analysing students' content-learning in science in CLIL vs. non CLIL programmes: empirical evidence from Spain // *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*. – 2019. – № 22 (6). – P. 661–674.
19. Banegas D.L., Paige M.P., Corrales K.A. Content and language integrated learning in Latin America 2008–2018: ten years of research and practice // *Studies in Second Language Learning and Teaching*. – 2020. – V. 10. – № 2. – P. 283–305.
20. Петрова Л.С. Реализация принципа интеграции при структурировании содержания обучения специальным разделам математики студентов технических направлений // *Continuum. Математика. Информатика. Образование*. – 2020. – № 2 (18). – С. 23–29.
21. Pozuelos Estrada F.J., García Prieto F.J., Conde Vélez S. Evaluating innovative practices in university education. Validation of instrument // *Educación XX1*. – 2021. – V. 24 (1). – P. 69–91.
22. Завершинская И.А., Морозов И.А. Влияние решения физических задач на формирование планируемых образовательных результатов // *Актуальные проблемы естественнонаучного и математического образования: материалы Международной научно-практической конференции*. – Самара: Самарский государственный социально-педагогический университет, 2016. – С. 40–44.
23. Прохоров А.В., Омельченко С.В. Комплексные задания для самостоятельной работы как средство активизации творческих способностей студентов // *Инновации в науке*. – 2013. – № 26. – С. 88–92.
24. Практико-ориентированные комплексные задания как средство контроля сформированности компетенций студентов / Т.А. Снигирева, И.А. Гришанова, Е.В. Ворсина, Т.Г. Станкевич, М.С. Рябчикова // *Современные проблемы науки и образования*. – 2020. – № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29732> (дата обращения: 06.07.2022).
25. Шефер О.Р. Критерии отбора комплексных задач, способствующих достижению метапредметных и предметных результатов обучения физике // *Актуальные проблемы развития вертикальной интеграции системы образования, науки и бизнеса: экономические, правовые и социальные аспекты: материалы II Международной научно-практической конференции*. – Воронеж: Воронежский центр научно-технической информации, 2014. – С. 77–82.

Дата поступления: 10.07.2022 г.

Дата принятия: 20.11.2022 г.

UDC 378.147

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_5

## COMPLEX TASKS AS A MEANS OF DEVELOPING METAASUBJECT COMPETENCIES IN TEACHING SPECIAL SECTIONS OF MATHEMATICS

Liliya S. Petrova,

Cand. Sc., associate professor,  
petrov.306@mail.ru

Omsk State Transport University,  
35, Marx street, Omsk, 644046, Russia.

Development of meta-subject competencies in the formation of educational programs of higher education within the competence-based approach in accordance with various theoretical and practical aspects actualizes the problem of developing methodological support for meta-subject training of students of higher educational institutions, including students of technical areas and specialties. The necessity of integrated learning is reflected in the context of interdisciplinary integration that promotes the development of universal learning activities and ways of activity by students through the formation of holistic, harmonic, complex representations, activation of cognitive activity, development of systemic and critical thinking, communicative abilities. The application of complex tasks as a means for students to achieve metasubject and subject results of assimilation the educational program is considered based on the establishment of interdisciplinary connections in teaching various disciplines. The criteria for the selection and design of complex tasks that promote to the realizing of intrasubject connections when teaching special sections of mathematics and intersubject connections with other educational disciplines are presented. The main directions of application of mathematical packages and programming environments in teaching special sections of mathematics to students of technical areas and specialties at the bachelor's (specialty) and master's levels are determined. The presented examples of complex tasks on the subject of special sections of mathematics, which provide for the use of MathCAD system or programming environments when performing the task, they enable, through the disclosure of intersubject connections, to implement an intersystem and mixed level of complexity. The use of complex tasks in the mastering of special sections of mathematics by students of technical areas promotes the development of universal learning activities and ways of activity among students, stimulating creative activity and research actions.

**Key words:** competence-based approach, metasubject competence, integrated teaching, complex tasks, universal educational actions.

### REFERENCES

1. Sizova E.V., Bermus A.G. Metapredmetny potencial inoyazychnoy podgotovki v sisteme vysshego nelingvisticheskogo obrazovaniya [Meta-subject potential of foreign language training in the system of higher non-linguistic education]. *Nauchnyy dialog*, 2017, no. 12, pp. 448–461.
2. Bykov A.A., Konoplev D.Yu. Formirovanie metapredmetnykh kompetentsiy u studentov tekhnicheskikh spetsialnostey [Formation of meta-subject competencies among students of technical specialties]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*, 2018, no. 12-1, pp. 184–187.
3. Timoshchuk N.A. K voprosu formirovaniya metapredmetnykh kompetentsiy u budushchikh bakalavrov i spetsialistov [To the question of the formation of meta-subject competencies of future bachelors and specialists]. *Samarskiy nauchnyy vestnik*, 2016, no. 2 (15), pp. 189–194.
4. Yarovaya E.A. O metapredmetnykh kompetentsiyakh i ikh vidakh [About meta-subject competencies and their types]. *Nauchnye trudy SWorld*, 2015, vol. 6, no. 3 (40), pp. 66–71.
5. Motyshina M.S. Metapredmetnoe obuchenie i tsifrovye tekhnologii v podgotovke magistrantov [Meta-subject training and digital technologies in the preparation of undergraduates]. *Informatizatsiya obrazovaniya i metodika elektronnoy obucheniya: tsifrovye tekhnologii v obrazovanii. Materialy IV Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* [Informatization of education and e-learning methods: digital technologies in education. Materials of the IV International Scientific Conference]. Krasnoyarsk, Sibirskiy federalnyy universitet, 2020. P. 1, pp. 278–282.
6. Ramdhani R.N., Budiamin A., Budiman N. Career meta-competencies and counseling career intervention 4.0 era using life design career counseling to develop career adaptability. *1st International conference on information technology and education (ICITE 2020). Advances in social science, education and humanities research*. 2020, vol. 508, pp. 708–713. DOI: <https://doi.org/10.2991/as-sehr.k.201214.324>. Available at: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/icite-20/125948703> (accessed: 21 February 2022).

7. Morpurgo M.T., Azevedo A. Investigating the role of professional accounting education in enhancing meta-competency development: aligning with industry perceptions. *Integration and application of business graduate and business leader competency-models*. 2020, pp. 1–26. DOI: 10.4018/978-1-7998-6537-7.ch001. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/348120165\\_Investigating\\_the\\_Role\\_of\\_Professional\\_Accounting\\_Education\\_in\\_Enhancing\\_Meta-Competency\\_Development\\_Aligning\\_With\\_Industry\\_Perceptions](https://www.researchgate.net/publication/348120165_Investigating_the_Role_of_Professional_Accounting_Education_in_Enhancing_Meta-Competency_Development_Aligning_With_Industry_Perceptions) (accessed: 21 February 2022).
8. Ariso A., Giroto M., Fernandez J.L. The evaluation of students meta-competencies and management skills in the context of the final year project. *European Conference on Innovation and Entrepreneurship*. Academic, Conferences International Limited, 2016. pp. 50–56.
9. Reis D.A., Fleury A.L., Carvalho M.M. Consolidating core entrepreneurial competences: toward a meta-competence framework. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 2020, vol. 27, no. 1, pp. 179–204.
10. Bach S., Sulikov R. Competence development in theory and practice: competence, meta-competence, transfer competence and competence development in their systematic context. *Management*, 2019, vol. 14 (4), pp. 289–304.
11. Niyazova A.M. Kompetentnostno-orientirovannye zadaniya kak sredstvo dostizheniya planiruemykh rezultatov obucheniya [Competence-oriented tasks as a means of achieving the planned learning results]. *Izvestiya Kyrgyzskoy akademii obrazovaniya*, 2015, no. 3 (35), pp. 263–266.
12. Osipov V.V., Bugaeva T.P. Integrativny podkhod v formirovanii kompetentsy v obrazovatelnom protsesse [Integrative approach in the formation of competencies in the educational process]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*, 2017, no. 1, pp. 140–144.
13. Egorova Yu.N., Genvareva Yu.A. Formirovanie metapredmetnykh kompetentsiy u studentov zheleznodorozhnogo vuza [Formation of metasubject competencies among students of a railway university]. *Mir nauki, kultury, obrazovaniya*, 2018, no. 3 (70), pp. 31–32.
14. Naumenko N.V. Kukareka E.V. Razvitiye metapredmetnykh kompetentsiy studentov kak osnova organizatsii predmetnoy podgoovki spetsialistov na fakultete estestvoznaniya po spetsialnosti «Biologiya i geografiya» [Development of students meta-subject competencies as a basis for the organization of subject training of specialists at the faculty of natural sciences in the specialty «Biology and geography»]. *VESTI BDPU. Seriya 1. Pedagogika. Psikhologiya. Filologiya*, 2019, no. 3 (101), pp. 16–21.
15. Bakieva O.A., Popova O.A. Formirovanie metapredmetnykh kompetentsiy studentov v kontekste pedagogicheskikh innovatsiy [Formation of students meta-subject competencies in the context of pedagogical innovations]. *Vestnik pedagogicheskikh innovatsiy*, 2018, no. 1 (49), pp. 87–98.
16. Pozuelos Estrada F.J., Garcia-Prieto F.J., Conde-Vélez S. Learning styles in university students: types of strategies, materials, supports, evaluation and performance. Case study. *European journal of contemporary education*, 2020, vol. 9, no. 2, pp. 394–416.
17. Shkerina L.V., Keiv M.A. Polikontekstnye obrazovatelnye moduli v formate trebovaniy FGOS VO i osobennosti ikh realizatsii [Polycontext educational modules in the format of the requirements of the Federal State Educational Standard and the specifics of their implementation]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.P. Astafeva*, 2016, no. 2, pp. 94–101.
18. Fernández-Sanjurjo J., Fernández-Costales A., Arias Blanco J.M. Analysing students' content-learning in science in CLIL vs. non CLIL programmes: empirical evidence from Spain. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 2019, no. 22 (6), pp. 661–674.
19. Banegas D.L., Paige M.P., Corrales K.A. Content and language integrated learning in Latin America 2008–2018: Ten years of research and practice. *Studies in Second Language Learning and Teaching*, 2020, vol. 10, no. 2, pp. 283–305.
20. Petrova L.S. Realizatsiya printsipa integratsii pri strukturirovanii sodержaniya obucheniya spetsialnym razdelam matematiki studentov tekhnicheskikh napravleniy [Realization of the principle of integration in structuring the content of teaching special sections of mathematics to students of technical areas]. *Continuum. Matematika. Informatika. Obrazovanie*, 2020, no. 2 (18), pp. 23–29.
21. Pozuelos Estrada F.J., García Prieto F.J., Conde Vélez S. Evaluating innovative practices in university education. Validation of instrument. *Educación XXI*, 2021, vol. 24 (1), pp. 69–91.
22. Zavershinskaya I.A., Morozov I.A. Vliyaniye resheniya fizicheskikh zadach na formirovanie planiruemykh obrazovatelnykh rezultatov [The influence of solving physical tasks on the formation of planned educational results]. *Aktualnye problemy estestvennonauchnogo i matematicheskogo obrazovaniya. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Actual problems of natural science and mathematics education. Materials of the International scientific and practical conference]. Samara, Samara State Social and Pedagogical University Publ., 2016. pp. 40–44.
23. Prokhorov A.V., Omelchenko S.V. Kompleksnye zadaniya dlya samostoyatelnoy raboty kak sredstvo aktivizatsii tvorcheskikh sposobnostey studentov [Complex tasks for independent work as a means of activating students' creative abilities]. *Innovatsii v nauke*, 2013, no. 26, pp. 88–92.
24. Snigireva T.A., Grishanova I.A., Vorsina E.V., Stankevich T.G., Ryabchikova M.S. Praktiko-orientirovannye kompleksnye zadaniya kak sredstvo kontrolya sformirovannosti kompetentsiy studentov [Practice-oriented complex tasks as a means of controlling the formation of students competencies]. *Sovre-*



- mennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2020, no. 2. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29732> (accessed: 6 July 2022).
25. Shefer O.R. Kriterii otbora kompleksnykh zadach, sposobstvuyushchikh dostizheniyu metapredmetnykh i predmetnykh rezultatov obucheniya fizike [Criteria for the selection of complex tasks that promote to the achievement of metasubject and subject results of physics education]. *Aktualnye problemy razvitiya vertikalnoy integratsii sistemy obrazovaniya, nauki i biznesa: ekonomicheskie, pravovye i sotsialnye aspekty. Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Actual problems of the development of vertical integration of the system of education, science and business: economic, legal and social aspects. Materials of the II International scientific and practical conference]. Voronezh, Voronezh Centre of scientific and technical information Publ., 2014. pp. 77–82.

Received: 10 July 2022.  
Reviewed: 20 November 2022.

УДК 378.014

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_6

## МИФЫ РОССИЙСКОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Пушных Виктор Александрович,**

кандидат технических наук, доцент, эксперт,  
pushnykh@tpu.ru

Ассоциация инженерного образования России, Томский филиал,  
Россия, 634050, г. Томск, ул. Пирогова, 10б.

В современном российском высшем образовании существуют некоторые мифы, создающие серьезные проблемы в этой сфере. В статье проанализированы четыре таких мифа. Первый миф представляет собой взгляд на высшее образование преимущественно как на одну из отраслей экономики. Этот миф загоняет результаты работы университетов в узкие рамки экономического понятия эффективности, т. е. увеличения производимого продукта при уменьшении издержек производства, превращая университеты в коммерческие структуры, а их выпускников – в механические детали экономической машины. При этом то, что называется экономической эффективностью, слишком часто сводится просто к экономии – сокращению материальных затрат за счет нематериальных выгод. Этот подход имеет ряд следствий. Это акцент на классическом стратегическом планировании в ущерб развитию организационной культуры, чрезмерное увлечение количественными показателями в ущерб качеству педагогического труда, превращение преподавателей университетов в безличный «человеческий ресурс». Второй миф утверждает, что высшее образование должно главным образом ориентироваться на требования работодателей, хотя очень часто работодатели не могут внятно сформулировать эти требования. Третий миф требует, чтобы все выпускники системы высшего образования были творческими специалистами, готовыми и способными создавать и доводить до коммерческого использования инновации в своих сферах деятельности. Очевидно, что это требование не учитывает все многообразие инженерного труда. И, наконец, четвертый миф посвящен восхвалению всеобщей цифровизации, без учета её отрицательных последствий.

**Ключевые слова:** высшее образование, мифы, экономический подход к университету, организационная культура, требования работодателей, контекстное стратегическое планирование, выпускники, творческие специалисты, цифровизация.

*«Первейшая обязанность университета –  
учить мудрости, а не ремеслу,  
характеру, а не техничности».*

У. Черчилль

Многие люди в России в той или иной степени недовольны эффективностью существующей в стране системы образования. При этом материальная сторона жизни людей, как правило, постоянно улучшается, и происходит это, помимо прочего, благодаря усилиям специалистов, имеющих высшее образование. Другими словами, там, где преподаватели вузов прикладывают много усилий для подготовки специалистов, удается достичь значительных успехов. Но выдающиеся преподаватели, как и другие составляющие процесса высшего образования, стоят дорого, а люди не хотят платить большие деньги за то, от чего они не видят немедленной и осязаемой отдачи. Поэтому чиновники, отвечающие за управление высшими образовательными учреждениями, стремятся продемонстрировать немедленные и осязаемые результаты своей деятельности

и, прежде всего, как самый наглядный результат – сократить издержки. И тут возникают серьезные проблемы.

Эти проблемы являются следствием нескольких мифов, на которых основано управление системой высшего образования.

### **Миф первый.**

**Высшее образование является в первую очередь одной из сфер экономики (подобно промышленности, сельскому хозяйству, торговле и т. п.), предоставляющей образовательные услуги населению и научные услуги другим отраслям, и только потом его следует рассматривать как общественное благо.**

Из этого мифа вытекает следующий основополагающий для системы управления высшим образованием миф.

*Миф второй.*

**Высшее образование должно главным образом ориентироваться на требования работодателей.**

*Миф третий.*

**Система высшего образования должна быть перестроена таким образом, чтобы все её выпускники были творческими специалистами, готовыми и способными создавать и доводить до коммерческого использования инновации в своих сферах деятельности.**

*Миф четвертый.*

**Цифровизация и основанные на ней новые образовательные и управленческие технологии являются панацеей, способной решить все проблемы высшего образования.**

Рассмотрим эти мифы подробнее.

**Миф первый**

**Высшее образование является в первую очередь одной из сфер экономики и только потом его следует рассматривать как общественное благо.**

Миф о том, что высшее образование, прежде всего инженерное, является только отраслью экономики, основывается на той точке зрения, что знания, умения, навыки – это обычный продукт, товар, с которым нужно обращаться по правилам рынка [1]. При этом не учитываются два обстоятельства. Во-первых, результатами деятельности университета являются не только новые знания, зафиксированные различными способами, но и выпускники, владеющие определенным набором знаний, умений, навыков. Во-вторых, если знания ещё можно с большой натяжкой назвать товаром, то применительно к живым людям – выпускникам – слово «товар» звучит, по существу, оскорбительно. «Я не товар, – скажет любой выпускник. – Я живой человек, обладающий не только знаниями, умениями, навыками, которые работодатель хочет купить на рынке, но и собственными интересами, потребностями, взаимоотношениями, чувствами и т. п., но и имеющий право на то, чтобы все это учитывалось другими людьми».

Экономический подход загоняет результаты работы университетов в узкие рамки экономического понятия эффективности, т. е. увеличения производимого продукта при уменьшении издержек производства, превра-

щая университеты в коммерческие структуры, а их выпускников в механические детали экономической машины. При этом то, что называется экономической эффективностью, слишком часто сводится просто к экономии – сокращению материальных затрат за счет нематериальных выгод, отвлекая нас от других более важных вещей. Это происходит по ряду очевидных причин [2]:

- расходы измерить проще, чем выгоду. Как сравнить экономию от сокращения числа преподавателей и влияние этого решения на качество обучения?
- денежные расходы измерить легче, чем социальные последствия. Каковы последствия выросшей нагрузки на преподавателей вследствие вышеупомянутого сокращения?
- экономические выгоды легче измерить, чем социальные. Поэтому преподавателям платят за количество часов занятий, а не за качество преподавания.

С. Коллини, описывая позицию заведующего кафедрой в университете [3], даёт образное описание данного мифа, иллюстрирующее абсурдность экономического подхода к системе высшего образования: «Я работаю в индустрии знаний и человеческих ресурсов. Моя компания специализируется на продуктах двух типов: мы производим высококачественные и многофункциональные единицы кадрового запаса, а также коммерчески успешные и передовые новые знания в дружественной для потребителя упаковке из печатного материала. Я занимаю менеджерскую позицию среднего звена, отчитываюсь перед главой подразделения, который отчитывается перед главой фирмы. За последние 20 лет мы увеличили выпуск продуктов обоих типов и в то же время провели программу сокращения затрат, повышая эффективность на 1 % в год. Мы конкурируем на глобальном рынке, и узнаваемость нашего бренда весьма высока. Название компании – ООО «Высшее образование», а лозунг – «Продукты мирового класса по смешным ценам»».

Из этого мифа вытекают три следствия, которые снижают эффективность системы высшего образования.

*Первое следствие* – поскольку высшее образование – это только одна из многих отраслей экономики, то управление ею может и должно осуществляться точно так же, как и управление любой другой отраслью экономики, как обычным бизнесом.

Управление обычно начинается с планирования. Наиболее распространенным способом стратегического планирования в бизнесе является так называемое прямое планирование, осуществляемое сверху вниз. При таком планировании главная роль принадлежит высшему руководству, которое анализирует проблемную ситуацию, ставит стратегические и тактические цели, устанавливает показатели достижения целей, выделяет ресурсы и осуществляет контроль выполнения планов.

Но в силу специфики сотрудников университета, речь о которой пойдет ниже, самый блестящий стратегический план, разработанный где-то наверху и спущенный сотрудникам для исполнения, не способен объединять и вдохновлять людей творческого труда – преподавателей, научных сотрудников, студентов – на высокие достижения. Людей, увлеченных своим делом, а именно такими людьми и являются члены университетского сообщества, объединяют и вдохновляют общие принципы, этика и ценности, а не стратегии и бюджет.

Для университетов значительно более полезным может служить контекстное планирование, или, как его называет Г. Минцберг [2], распределенное управление, при котором каждое решение принимается теми, кто обладает наибольшими знаниями и наилучшим видением перспективы, т. е. профессионалами в каждом конкретном вопросе.

Роль высшего руководства при таком управлении выглядит совсем по-другому [4]. Высшее руководство создает инфраструктуру, подбирает руководителей подразделений, способных обеспечить динамичное развитие, ставит стратегическую цель и осуществляет контроль движения к этой цели. При этом виде планирования акцент делается на подборе и воспитании инициативных людей и доверии к ним.

Суть такого подхода к планированию хорошо иллюстрируется двумя фразами бывшего проректора (первого проректора) Мичиганского университета (Анн Арбор, США) Пола Куранта (Paul Courant) [5. С. 75]:

1. «Мы не занимаемся стратегическим планированием. Мы побуждаем наших сотрудников думать и действовать стратегически»;
2. «Я не знаю, где будет наш университет через 20 лет. Он будет там, куда его приведут люди, работающие на факультетах».

Использование данного подхода к стратегическому планированию позволяет Мичи-

ганскому университету в течение многих лет занимать лидирующие позиции в американских и мировых рейтингах.

*Второе следствие* – поскольку высшее образование – это только одна из многих отраслей экономики, им нужно управлять так же, как и другими отраслями, а именно: на основании измерения неких количественных показателей. При этом часто упоминается фраза: «Невозможно управлять тем, что нельзя измерить», авторство которой приписывается то лорду Уильяму Кельвину, физика, президенту Лондонского королевского общества, то «отцу современного менеджмента» Питеру Друкеру, то генеральному директору компании General Electric Джеку Уэлчу, то одному из создателей системы сбалансированных показателей (Balanced Scorecard) Дэвиду Нортону, то учредителю компании Hewlett-Packard Биллу Хьюлетту.

Несомненно, что обращение к авторитетам заслуживает всяческого внимания, однако можно предложить и два других не менее авторитетных высказывания, которые ставят под сомнение эту фразу. Первое из них принадлежит Альберту Эйнштейну: «Не всё хорошее можно измерить и не всё, что можно измерить, хорошо». А второе – это английская поговорка: Никто еще не стал выше от того, что его рост измеряли.

Почему же количественная оценка неприменима к высшему образованию, да и к любому образованию вообще?

В основе любой количественной оценки лежит стандартизация измеряемых объектов [2]. Если объекты не стандартизованы, не отделены от других объектов, не отнесены к той или иной категории, то их количественные характеристики сравнивать либо невозможно, либо подсчет этих характеристик чрезвычайно усложняется в связи с необходимостью учета всех особенностей каждого объекта. Примером может служить планируемый к применению в вузах ЕГЭ или попытка оценивать вузы по такому показателю, как площадь учебных помещений, приходящаяся на одного студента. Особенность университетов состоит в том, что люди, находящиеся вне университетов, а часто и внутри них, слабо представляют себе, что и почему происходит внутри университетов. Цели университетов множественны и недостаточно конкретны, технологии обучения и, в особенности, научного поиска практически не поддаются формали-

зации и стандартизации, связи между результатами работы университета и средствами их достижения неоднозначны и противоречивы, а реальные результаты деятельности университетов могут быть адекватно оценены с позиции общественной пользы только в очень длительной перспективе [6].

Кроме того, результаты обучения в очень большой степени опосредуются личными качествами выпускников. Типичный случай этого выглядит следующим образом. Два школьных товарища вместе поступают в университет на одну и ту же специальность, живут в одной комнате в общежитии, посещают одни те же занятия у одних и тех же преподавателей, сдают одни и те же экзамены и зачеты, вместе участвуют в спортивных и других внеучебных мероприятиях и т. д. и т. п. Однако после окончания университета один из них добивается значительно лучших показателей в производственной деятельности, чем другой. При этом совсем не обязательно, что лучших результатов добивается тот, кто имел более высокие оценки на экзаменах и зачетах.

Что касается оценки труда преподавателей университетов, то она направлена главным образом на контроль соблюдения разных инструкций и процедур и составление отчетов, что имеет мало отношения к реальному преподаванию. В результате преподавателям приходится тратить все больше и больше времени на канцелярскую работу вместо исследований и преподавания, а это как раз и снижает качество и того и другого [2, 7].

Стремление к всеобъемлющей количественной оценке преподавательского труда имеет ещё одну отрицательную сторону. Никто ведь не измерял затраты на такую оценку, а они могут оказаться весьма значительными. Происходит стремительное увеличение административно-управленческого аппарата, занимающегося сбором и анализом соответствующих данных, преподаватели отвлекаются от основной работы для документирования и предоставления этих данных, разрабатывается специальное программное обеспечение и т. д. Парадокс состоит в том, что всё это делается под лозунгами сокращения расходов и повышения эффективности преподавательского труда. В 2002 г. расходы на такого рода деятельность в системе высшего образования Англии оценивались в сумму 250 миллионов фунтов стерлингов [7]. Данных о подобных расходах в России найти не удалось, однако,

зная низкий уровень доверия в нашей стране, можно предположить, что эти расходы достаточно велики. Подобная ситуация имеет место и в системе здравоохранения, которая очень похожа на систему образования. В США около 31 % бюджета здравоохранения тратится на администрирование системы [2].

Д. Мюллер указывает на следующие риски увлечения количественными показателями в образовании [7].

1. *Подмена целей* вследствие концентрации не на организационных целях, а на том, что поддается измерению. Поскольку цели образования весьма разнообразны и часто трудно формализуемы, вероятность этой подмены чрезвычайно высока.
2. *Избыточное внимание к краткосрочным результатам*, которое убивает инициативу, новаторство и желание идти на риск.
3. *Потери рабочего времени* на сбор, обработку и анализ данных. Эти потери усугубляются так называемым императивом отчетности – необходимостью непрерывно генерировать информацию, даже когда ничего существенного не происходит, иначе руководство будет считать, что вы не работаете. И совсем страшно, когда показателем успеха являются количество и размер отчетов. Это ничего не дает для реальной продуктивности, но зато убивает энтузиазм сотрудников.
4. *Вознаграждение за удачу/наказание за неудачу*. В университетах очень часто на сотрудников возлагается ответственность за достижение количественных результатов, над которыми они почти или вовсе не имеют контроля. Например, научная статья, направленная в журнал, может рассматриваться редакцией месяцами. Сотрудник, направивший статью, не имеет возможности повлиять на срок рассмотрения, но будет наказан за невыполнение показателя публикационной активности. Оценка результатов, на которые сотрудники не могут повлиять, равносильна измерению удачливости.
5. *Подавление сотрудничества и стремления к общей цели*. Вознаграждение, основанное на результативности, способствует конкуренции, а не сотрудничеству. Если сотрудники ориентируются на такое вознаграждение, то они стремятся к максимизации собственных показателей иногда даже в ущерб коллегам. В образовании рыночные

отношения, основанные на конкуренции, может быть, и повышают результативность и вознаграждение отдельного преподавателя, но существенно ухудшают результаты работы системы в целом. В соответствии с рыночными правилами конкуренции преподаватель, нашедший новый эффективный педагогический приём, создавший новую методику преподавания, разработавший новый учебный курс и т. п., ни в коем случае не должен делиться своим достижением с коллегами, а должен держать его в глубокой тайне, чтобы обеспечить свое превосходство, а соответственно, и вознаграждение. Очевидно, что в таком случае результаты работы всей системы образования будут значительно ниже, чем они могли бы быть, что приведет к ухудшению состояния общества в целом. С точки зрения общественной пользы, для преподавателя должна быть важна не конкуренция с другими преподавателями, а конкуренция с самим собой, стремление сегодня быть лучше, чем вчера, завтра – лучше, чем сегодня.

6. *Рост количества правил.* Если один или несколько вышеназванных рисков реализуются, то в организации неизбежно возникают подмена целей, подтасовка и иные манипуляции с данными. Чтобы остановить эти процессы организации множат инструкции по представлению и сбору информации. Однако соблюдение этих инструкций ещё сильнее замедляет основную работу сотрудников и снижает эффективность их деятельности.

И, наконец, подтверждением ограниченной применимости количественных показателей к деятельности университетов служат российские программы «5-100» и «Приоритет-2030». Программа «5-100» была основана, в первую очередь, на количественных показателях, и, соответственно, все вышеперечисленные риски в той или иной степени проявились при её выполнении. Это стало одной из причин того, что программа не принесла желаемых результатов. Поэтому при формировании программы «Приоритет-2030» акцент был сделан не на количественных показателях, а на мнении экспертного сообщества [8].

*Третье следствие* – поскольку в соответствии с этим мифом университет не отличается от любого предприятия, то университетские преподаватели – это просто восполняемый человеческий ресурс, наемный персонал, ко-

торый должен выполнять указания руководителей и добиваться установленных руководителями количественных показателей.

Из этого следствия чиновники, управляющие образованием, делают вывод о том, что коллективом преподавателей можно управлять как обыкновенным бизнесом. Такой вывод является глубочайшим заблуждением.

Преподаватель университета – это не просто профессия, но призвание. Каждый преподаватель – это, прежде всего, человек, а никакой не ресурс, и он имеет неотъемлемое право требовать отношения к себе именно как к человеку, а не как к одному из «ресурсов».

Сушностной основой университетов является творчество. Именно совместное творчество объединяет людей в университете [6]. Хороший преподаватель никогда не повторяется, одно и то же занятие он каждый раз проводит по-новому, подобно актёру, который играя одну и ту же роль, постоянно привносит в её исполнение что-то новое. Университет будет наиболее успешным в том случае, когда его сотрудники представляют собой слаженный ансамбль, в котором каждый на своём месте стремится к достижению максимальных результатов.

Вместе с тем сотрудники университетов являются людьми особого сорта [6]. Они настолько глубоко погружены в свою работу, что она, по существу, является неотъемлемой частью их жизни. Их мышление основано, прежде всего, на ценностях. Смыслом работы является работа ради идеи, ради воплощения миссии и на уровне отдельного человека, и на уровне организации. Такие люди не любят директивное руководство, основанное на измерении количественных показателей. В основе руководства этими людьми должно лежать уважение и доверие [9]. Это обстоятельство выдвигает на первый план формирование в университете соответствующей организационной культуры, в которой люди чувствуют себя членами чего-то большего, а не обезличенными частицами «человеческого ресурса».

### **Миф второй**

**Высшее образование должно главным образом ориентироваться на требования работодателей.**

Как показывает опыт, работодатели очень часто не могут четко сформулировать требования к профессиональным компетенциям выпускников вузов, особенно в сфере инженерной деятельности.

Высшее образование является инерционным процессом. Выпускники, заказанные предприятиями, придут к ним через 4–6 лет. Это означает, что при формировании заказа на выпускников работодателям нужно знать технику и технологии, которые будут ими применяться через пять лет. Но они не могут знать этого по определению, потому что новые техника и технологии рождаются в вузах или научно-исследовательских организациях, а не на предприятиях. Конечно, существуют крупные предприятия, которые имеют собственные исследовательские и образовательные подразделения. Но эти предприятия из соображений конкуренции не заинтересованы в том, чтобы безвозмездно передавать вузам свои разработки. Они предпочитают самостоятельно доучивать выпускников вузов своим техническим и технологическим новациям в корпоративных университетах или учебных центрах. Если передача разработок вузам все же происходит, то условия такой передачи чаще всего представляют собой просто другой способ извлечения прибыли из научно-технических разработок.

Поэтому вопросы взаимодействия вузов с работодателями значительно сложнее. Вследствие своей инерционности вузовское образование никогда не будет отвечать сиюминутным требованиям экономики. Соответственно, задача университета состоит в развитии у студентов базовых фундаментальных и прикладных компетенций, полезных для их профессиональной деятельности и для успешной жизни в обществе, личностных компетенций, желания и умения получать дальнейшее образование, совершенствоваться в выбранной профессии. Набор профессиональной информации, которую получает выпускник вуза, никогда не будет исчерпывающим, а значит, и никогда не удовлетворит работодателей. Важнее, чтобы у выпускника было умение мыслить. И это перекликается с реальными требованиями работодателей. Анализ этих требований показывает, что, заявляя потребность в высокообразованных специалистах, они часто имеют в виду не столько конкретные профессиональные компетенции, сколько определенный уровень мышления, опыта и ответственности выпускников.

Поэтому целесообразно так построить высшее образование, чтобы каждый человек имел возможность получить определенные профессиональные знания именно в тот мо-

мент, когда они ему необходимы (образование через всю жизнь), а не впрок. То есть при специализации инженеров нужно сместить акцент на дополнительное образование. Это означает, что работодатели должны участвовать в определении требований к компетенциям выпускников системы дополнительного образования, а не основного. Здесь их роль будет не только уместной, но и первостепенной.

Кроме того, в такой подход хорошо вписывается система присвоения звания «инженер» профессионально-общественными организациями.

### Миф третий

**Система высшего образования должна быть перестроена таким образом, чтобы все её выпускники были творческими специалистами, готовыми и способными создавать и доводить до коммерческого использования инновации в своих сферах деятельности.**

Этот миф относится в первую очередь к инженерному образованию. Он не учитывает ряда важных обстоятельств. Во-первых, для создания научно-технических новшеств и для их коммерциализации нужны разные знания и, что особенно важно, разные личностные качества.

Джонас Солк, открывший вакцину от полиомиелита и спасший тем самым миллионы детей, отказался оформлять патент на эту вакцину. Он сказал: «Кому принадлежит моя вакцина? Людям. Нельзя же запатентовать, скажем, солнце» [2. С. 135]. Ученые относятся с пониманием к такому поведению, а бизнесмены считают его непрактичным и даже глупым.

Хорошо известно, что великий изобретатель Т. Эдисон был весьма непрактичен в коммерческих вопросах, и многие его изобретения не принесли ему никакой выгоды, обогатив при этом других, более практичных, людей.

Творческий инженер – это лидер, который создает будущее, как на рациональном, так и на интуитивном уровне. Такие люди, как правило, некомфортны в общении, не умеют подчиняться, любят рисковать и т. п., и переделывать их бесполезно. Инженер-исполнитель, наоборот, должен быть коммуникабельным, готовым подчиниться, не склонным к риску и т. д.

Одни университетские преподаватели выкладывают свои педагогические наработки – тексты лекций, методические пособия, рабо-

чие тетради и т. п. – в открытый доступ, другие передают свои наработки только за плату. И это могут быть преподаватели, окончившие один и тот же университет и учившиеся у одних и тех же педагогов. То есть дело здесь не в знаниях, а именно в личных качествах.

А поскольку личностные качества, как правило, не являются результатом образования, а могут быть только либо развиты, либо подавлены образованием, то требование ко всем выпускникам быть творческими специалистами, готовыми и способными создавать и доводить до коммерческого использования инновации, представляется нереальным.

Во-вторых, следует заметить, что в любом инженерном деле помимо создания инноваций есть ещё и рутинная (если можно так сказать) инженерная работа, включающая детализировку сборочных чертежей, сопровождение технологических процессов в цехах, обслуживание и ремонт оборудования и т. п. А творческие специалисты делать такую работу не любят. Существует список людей, сделавших изобретения, которыми пользуется всё человечество [10]. В этом списке всего 236 фамилий. Однако реализация идей этих изобретателей была бы невозможна без сотен тысяч инженеров-исполнителей.

#### Миф четвертый

**Цифровизация и основанные на ней новые образовательные и управленческие технологии являются панацеей, способной решить все проблемы высшего образования.**

В то время, когда слово «цифровизация» ещё не было таким модным и вместо него употреблялось слово «автоматизация», что не меняет сути дела, Б. Гейтс, авторитету которого в этих вопросах можно доверять, сформулировал два правила автоматизации [11]. В наши дни эти правила стали ещё более актуальными.

Первое правило – автоматизация какой-либо эффективной операции приведет к повышению её эффективности.

Второе правило – автоматизация какой-либо неэффективной операции увеличит её неэффективность.

Согласно этим правилам цифровизация, как и любые технологии, хороша для решения

определённых задач в определенных сферах применения. Являясь, по существу, только инструментом, она может в умелых руках дать изумительные результаты, например, широчайшие возможности для получения знаний, а в неумелых – привести к ужасным последствиям, например, манипуляции человеческим сознанием. Даже такой простой инструмент, как скальпель, можно использовать для проведения операции, спасающей жизнь человека, а можно – для того, чтобы убить человека. Поэтому с цифровизацией, которая является чрезвычайно сложным инструментом, нужно обращаться очень осторожно [12].

Однако чрезвычайная активность энтузиастов новых технологий в образовании, почти принудительное повсеместное навязывание этих технологий приводят либо к их отторжению, либо к ухудшению результатов образования. Этот миф становится особенно опасным, когда его апологеты занимают высокие административные посты и получают возможность внедрения цифровых технологий в приказном порядке.

Понимая, что цифровизация – это только технология, пусть и весьма изощренная, следует помнить, что прогресс человечества не может быть сведён к прогрессу только техники и технологий. Цель прогресса человечества далеко выходит за рамки технико-технологического прогресса. В записных книжках И. Ильфа и Е. Петрова есть фраза, иллюстрирующая это обстоятельство [13. С. 241]: «В фантастических романах главное это было радио. При нём ожидалось счастье человечества. Вот радио есть, а счастья нет». Поэтому прежде чем безоглядно применять достижения цифровизации в образовании и, тем более, навязывать их, нужно на уровне всего общества прийти к соглашению о целях образования. Достижение такого соглашения представляется очень сложной задачей, хотя и, возможно, не такой сложной, как кажется. В романе Джеймса Клавелла «Сёгун» [14. С. 739] японка говорит британскому капитану, попавшему в Японию в результате кораблекрушения и пытающемуся понять этот новый, чужой для него мир: «Всё очень просто, Андзин-сан. Измените ваше представление о мире. ...Это все так просто».



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костюкевич С.В. Современные тенденции в сфере высшего образования и его классические ценности: актуальность баланса // Вестник высшей школы. – 2013. – № 4. – С. 11–19.
2. Минцберг Г. Что не так в здравоохранении? Мифы, проблемы, решения. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 256 с.
3. Коллини С. Зачем нужны университеты? – М.: ИД Высшей школы экономики, 2016. – 264 с.
4. Пушных В.А. Геном университета // Университетское управление: практика и анализ. – 2016. – № 103 (3). – С. 23–31. DOI: <https://doi.org/10.15826/umj.2016.103.013>
5. Пушных В.А. Управление изменениями. – М.: КноРус, 2022. – 186 с.
6. Bolman L.G., Deal T.E. Reframing organizations: artistry, choice, and leadership. – San-Francisco: Jossey-Bass, 2003. – 484 p.
7. Мюллер Д. Тирания показателей: Как одержимость цифрами угрожает образованию, здравоохранению, бизнесу и власти. – М.: Альпина Паблишер, 2019. – 266 с.
8. Программа «Приоритет-2030» // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/action/priority2030/> (дата обращения: 10.03.2022).
9. Адизес И. Управляя изменениями: как эффективно управлять изменениями в обществе, бизнесе и личной жизни. – СПб.: Питер, 2010. – 224 с.
10. Список изобретателей // Wikipedia. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA\\_%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B9](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA_%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B9) (дата обращения: 10.03.2022).
11. Гейтс Б. Цитаты и афоризмы о бизнесе. URL: <https://premudrosty.ru/bill-gejts-czitaty-i-aforizmy-o-biznese-uspehe-i-tehnologiyah.html> (дата обращения: 10.03.2022).
12. Шнуренко И. Демон внутри. Анатомия искусственного интеллекта. – М.: Наше завтра, 2020. – 512 с.
13. Ильф И.А., Петров Е.П. Собрание сочинений. Т. 5. – М.: Гос. изд-во художественной литературы, 1961. – 743 с.
14. Клавелл Д. Сёгун. – М.: АЗБУКА, 2021. – 1248 с.

Дата поступления: 06.07.2022 г.

Дата принятия: 16.11.2022 г.

UDC 378.014

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_6

## THE MYTHS OF THE RUSSIAN HIGHER EDUCATION SYSTEM

**Victor A. Pushnykh,**Cand. Sc., associate professor, expert,  
pushnykh@tpu.ruRussian Association for Engineering Education, Tomsk office,  
10b, Pirogov street, Tomsk, 634050, Russia.

Russian higher education system has some myths which create serious challenges for this system. Four of such myths are analyzed in the article. The perception of the higher education as an economic sector only is the first myth. It drives the results of university activity in narrow framework of the economic effectiveness which is the growth of a product along with reduction of the production costs. This approach transforms universities into commercial enterprises and hereby the university graduates are transformed into mechanical parts of the economic machine. At the same time economic effectiveness is very often reduced to trivial saving of expenses to the detriment of intangible benefits. This approach has a number of consequences. They are: 1) emphasis on classic strategic planning to the detriment of organizational culture development; 2) excessive enthusiasm by using quantitative assessments to the detriment of quality of teaching; 3) conversion of the professors into impersonal «human resource». The second myth insists that the main guideline for higher education have to be the demands of the employers. But it is known that employers very often are not able to distinctly formulate their demands. The third myth requires all university graduates to be creative specialists who are capable and ready to generate and to commercialize innovations. Apparently, that this requirement does not take into account the great diversity of the engineering. And finally, the fourth myth is devoted to praising digitization omnipotence with no account taken of its negative impacts.

**Key words:** higher education, myths, economic approach to a university, organizational culture, demands of employers, context strategic planning, university graduates, creative specialists, digitization.

## REFERENCES

1. Kostyukevich S.V. Modern trends in higher education and its classic values: actuality of the balance. *Alma Mater (Vestnik Vysshey Shkoly)*, 2013, no. 4, pp. 11–19. In Rus.
2. Mintzberg G. *Chto ne tak v zdavookhraneni: mify, problemy, resheniya* [Managing the myths of health care: bridging the separation between care, cure, control, and community]. Moscow, Mann, Ivanov and Ferber Publ., 2017. 256 p.
3. Collini S. *Zachem nuzhny universitety* [What are Universities for?]. Moscow, High School of Economics Publ. House, 2016. 264 p.
4. Pushnykh V.A. Genom universiteta. *University Management: practice and analysis*, 2016, no. 103 (3), pp. 23–31. In Rus. DOI: <https://doi.org/10.15826/umj.2016.103.013>.
5. Pushnykh V.A. *Upravlenie izmeneniyami* [Change management]. Moscow, KnoRus Publ., 2022. 186 p.
6. Bolman L.G., Deal T.E. *Reframing organizations: artistry, choice, and leadership*. San-Francisco, Jossey-Bass, 2003. 484 p.
7. Muller J.Z. *Tiraniya pokazateley: kak oderzhimost tsiframi ugrozhaet obrazovaniyu, zdavookhraneniyu, biznesu i vlasti* [The tyranny of metrics]. Moscow, Alpina Publ., 2019. 266 p.
8. Programma «Prioritet-2030» [The Program «Priority-2030»]. *Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Rossiyskoy Federatsii*. Available at: <https://minobrnauki.gov.ru/action/priority2030/> (accessed: 10 March 2022).
9. Adizes I.K. *Upravlyaya izmeneniyami: kak effektivno upravlyat izmeneniyami v obshchestve, biznese i lichnoy zhizni* [Mastering change]. St.-Petersburg, PITER Publ., 2010. 224 p.
10. Spisok izobretateley [List of inventors]. *Wikipedia*. Available at: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA\\_%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B9](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA_%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B9) (accessed: 10 March 2022).
11. Gates W.H. *Tsitaty i aforizmy o biznese* [Citation and aphorisms about business]. Available at: <https://premdrosty.ru/bill-gejts-citaty-i-aforizmy-o-biznese-uspehe-i-tehnologiyah.html> (accessed: 10 March 2022).
12. Shnurenko I. *Demon vnutri. Anatomia iskusstvennogo intellekta* [Demon inside. Anatomy of artificial intelligence]. Moscow, Nashe zavtra Publ., 2020. 512 p.
13. Ilf I.A., Petrov E.P. *Sobranie sochineniy. T. 5* [Collected Works. Vol. 5]. Moscow, State Publishing of Fiction, 1961. 743 p.
14. Clavel J. *Segun* [Shogun]. Moscow, AZBUKA Publ., 2016. 1248 p.

Received: 06 July 2022.

Reviewed: 16 November 2022.

УДК 378.14

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_7

## БУДУЩЕЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА БАЗЕ АRA И VR ТЕХНОЛОГИЙ

**Холодили́н Иван Юрьевич,**

доцент кафедры электропривода мехатроника и электромеханики,  
kholodilini@susu.ru

**Горожанкин Алексей Николаевич,**

кандидат технических наук, доцент кафедры техники, технологии и строительства,  
gorozhankinan@susu.ru

Южно-Уральский государственный университет,  
Россия, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76.

Дополненная реальность (Augmented Reality – AR) и виртуальная реальность (Virtual Reality – VR) могут служить эффективным инструментом в области информационных технологий, помогая учащимся справляться с задачами, которые они привыкли решать, интересным и в то же время продуктивным способом. Цель данного исследования заключается в том, чтобы показать, что студенты могут быть действительно вовлечены в образовательный процесс и иметь возможность проводить различные виды экспериментов и симуляций в безопасной и занимательной форме. Раскрывается современное состояние образования, представлена модификация уже существующей системы на базе лабораторного комплекса и предложены идеи будущего электротехнического образования на базе технологий AR и VR. Показаны определенные достижения в области виртуального образования и технологий, благодаря которым становится возможным реализовать эти ожидаемые будущие идеи. Эксперимент был проведен для того, чтобы показать возможность передачи данных между аппаратным и программным обеспечением. Кроме того, перечислены основные преимущества технологий AR и VR. Анализ показывает, что эти технологии имеют особое значение в настоящее время и только при постоянном развитии и проявлении интереса студентов к AR и VR могут быть достигнуты значительные изменения и улучшения в образовательной сфере.

**Ключевые слова:** Дополненная реальность, виртуальная реальность, информационные технологии, учебный процесс, мотивация студентов, лабораторный комплекс, виртуальная лаборатория.

### Введение

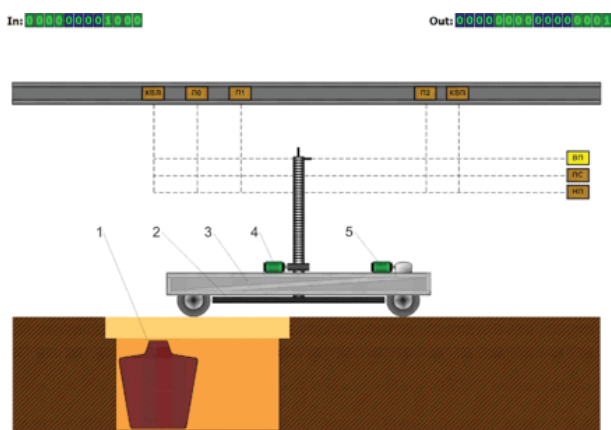
В настоящее время студенты, обучающиеся в университете, привыкли использовать все технологии последнего поколения в общении, работе и отдыхе. Технический прогресс дает возможность использовать инновационные средства обучения в образовании, что связано со значительными изменениями в методах и способах обучения студентов. У многих преподавателей «цифровая пропасть» обусловлена возрастом, личными представлениями, а может быть, им просто удобно проводить лекции, лабораторные занятия одинаково, с одним и тем же учебным материалом из года в год, без каких-либо изменений. Последнее утверждение, вероятно, является причиной того, что мы не видим широкого использования информационных технологий (ИТ) в образовании. Дополненная реальность (Augmented Reality – AR) и виртуальная реальность (Virtual Reality – VR) могут рассматриваться как примеры ИТ. Подтверждением вышесказанного является то, что сейчас использование AR- и

VR-технологий в образовании находится на стадии активной разработки, а не активного и повсеместного использования, но уже есть некоторые результаты, позволяющие сделать вывод о их эффективности [1–3]. Что касается инженерного образования, исследование [4] показывает возможность использования мобильного приложения дополненной реальности в энергетике. Авторы собрали положительные отзывы студентов об этой технологии, но также пришли к выводу, что адаптация учителей и студентов к этой технологии может занять много времени. В статье [5] авторами проводилось исследование роли технологии VR в области гражданского строительства. В процессе анализа авторы пришли к выводу, что эта технология является полезным инструментом для студентов. Более того, эти технологии позволяют исключить вероятность повреждения оборудования, поскольку учащиеся работают в виртуальной среде. Использование AR- и VR-технологий в образовательном процессе и исследование их влияния на

обучающихся до сих пор остается открытым вопросом из-за широкого охвата и круга тем в области инженерного образования. В предлагаемой нами статье рассматривается подход, основанный на модификации лабораторного комплекса при помощи AR-технологии, а также обсуждаются дальнейшие улучшения и идеи о том, как может выглядеть обучение электротехнике в соответствии с интеграцией технологии VR.

### Текущая ситуация в образовании

Основная проблема инженерного образования в том, что в основном студенты приобретают только теоретические знания. В то же время отраслям промышленности нужны квалифицированные выпускники университетов. Некоторые университеты дают своим студентам хорошую инженерную подготовку, но преподаватели применяют те же методики, что и более 10 лет назад. В качестве примера можно привести электротехническое направление Южно-Уральского государственного университета, выпускники которого доказали свои практические навыки и хорошую теоретическую подготовку. Лаборатории, в которых занимаются студенты, оснащены современным оборудованием, широко используемым в промышленности, поэтому студенты после окончания учебы могут без проблем устроиться на работу. Здесь можно рассмотреть практический урок на основе виртуальных объектов (рис. 1).



**Рис. 1.** Виртуальный объект, установленный на ПК  
**Fig. 1.** Virtual object installed on PC

Широко используемым примером промышленного оборудования, с которым сталкиваются в учебном процессе обучаемые, являются программируемые логические контроллеры (ПЛК) таких фирм производителей,

как: ОВЕН, Siemens, Omron, Delta и др. Одна из лабораторных работ состоит из ПЛК и 2D виртуального объекта (рис. 1). Различные виртуальные объекты, установленные на ПК и имеющие связь с ПЛК: выходы формируемого ПЛК управляющего сигнала – являются входным сигналом виртуального объекта (например, сигнала движения вперед/назад или вверх/вниз); выходы виртуального объекта служат данными, собранные с датчиков – являются входным сигналом ПЛК. Аналогичным образом функционирует реальный промышленный процесс.

Для данного технологического процесса студенты должны написать собственную программу с использованием ПЛК [6–8]. Более десяти лет назад обучаемые сочли бы эту технологию передовым методом обучения за счет того, что современные информационные технологии, только начали появляться. В настоящее время у студентов есть новейшие модели мобильных телефонов, ноутбуков, гаджетов, таких как: смарт-часы, VR-очки и многое другое, в сфере графического дизайна также произошел прорыв за счет совершенствования видеокарт, процессоров и разработки программного обеспечения, позволяющего создавать, редактировать и визуализировать виртуальный процесс. Все эти технологии позволяют нам повторить успех виртуальных объектов (рис. 1). В настоящее время учащиеся приобретают хорошие практические знания, но при этом не имеют мотивации учиться больше, не испытывают погруженности в технологический процесс за счет устаревшего программного обеспечения.

### AR-технология для инженерного образования

#### Введение

Использование приложений для мобильных телефонов в обучении имеет положительный эффект. Авторы [9] провели исследование по использованию приложений для мобильных телефонов в процессе преподавания и обучения, опрошенные студенты перечислили множество преимуществ использования этих приложений. Что касается AR-технологии, из исследования [10] мы видим, что студенты сочли ее полезной как для своего обучения, так и для своего будущего в качестве профессионалов в некоторых областях. AR расширяет нашу реальную среду, добавляя виртуаль-

ную информацию. Таким образом, благодаря этой технологии становится возможным работать не только с природными объектами, но и с виртуальными.

В последнее время ученые Южно-Уральского государственного университета начали активное исследование того, как технология дополненной реальности может повлиять на учебный процесс, и показали возможность использования этой технологии в паре с лабораторным комплексом [11, 12]. Положительный эффект на мотивацию студентов был обнаружен при сравнении обычного учебного процесса с процессом, основанным на технологии дополненной реальности (рис. 2), ниже приводятся четыре вопроса из этого опроса:

1. Я обнаружил, что время от времени процесс обучения дает мне чувство глубокого личного удовлетворения.
2. Я вовлечен в учебный процесс, потому что нахожу интересный для меня материал.
3. Я чувствую, что почти любая тема может быть очень интересной, когда я погружаюсь в нее.
4. Я доволен методикой проведения занятий и не хотел бы менять в ней что-либо.

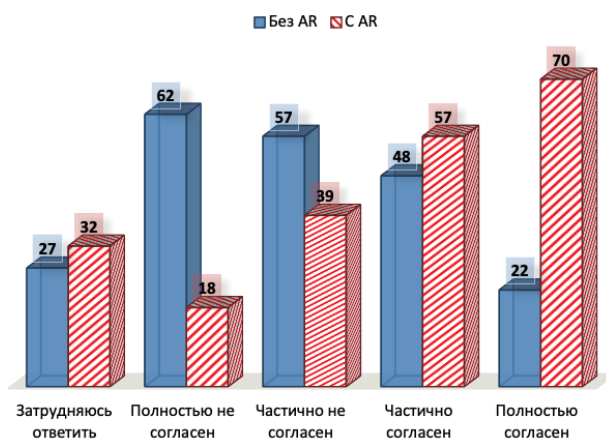


Рис. 2. Результаты опроса  
Fig 2. Questionnaire results

Исследование проводилось в 2017 г. и идея его состояла в том, чтобы создать приложение для мобильного телефона, которое могло бы служить «Мобильным помощником» и одновременно заменить учебник, содержащий всю информацию о лабораторном комплексе. Основное преимущество данной разработки в том, что учащиеся могут работать с лабораторным комплексом не только в лаборатории, но и дома. Приложение позволяет спроектировать лабораторный комплекс на специальную мишень (рис. 3).



Рис. 3. Мобильный помощник: 1 – мишень; 2 – виртуальная модель лабораторного комплекса; 3 – приложение для мобильного телефона

Fig. 3. Mobile assistant: 1 – target; 2 – virtual model of the laboratory complex; 3 – application for a mobile phone

### Предложенное решение

В этой статье мы представляем простое усовершенствование упомянутой выше системы. Благодаря AR-технологиям можно спроецировать лабораторный стенд непосредственно на поверхность (рис. 4).

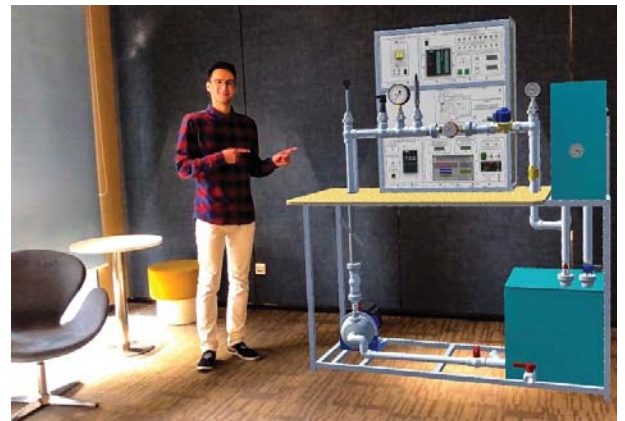


Рис. 4. Проекция виртуального комплекса на поверхность

Fig. 4. Virtual complex projection onto the surface

Посредством проекции лабораторного стенда на любую поверхность появляется возможность воссоздать максимально приближенные условия для домашнего использования стенда по сравнению с лабораторными. Это надежный подход, позволяющий учесть каждую деталь лабораторного стенда, который при этом будет надежно стоять на земле.

### Ожидаемая будущая ситуация с дополненной реальностью

После тестирования поведения лабораторного комплекса на поверхности у нас возникла идея, что весь реальный процесс можно смоделировать и интегрировать в виртуальный комплекс. Лабораторный комплекс позволяет исследовать четыре физических процесса: регулирование температуры воды; контроль расхода воды; контроль уровня

воды; контроль давления воды. Для этих четырех систем могут быть написаны разные задачи автоматизации так же, как и в отношении 2D виртуальных объектов. В качестве примера можно рассмотреть «Управление расходом воды». Рассмотрим упрощенную функциональную схему лабораторного комплекса (рис. 5). Вода поступает из «Бака 1» по трубам в «Бак 2» при включении «Насоса». По мере заполнения «Бака 2» водой будут последовательно включаться дискретные датчики: Датчик 1 (S1), Датчик 2 (S2) и Датчик 3 (S3); аналоговый Датчик 4 (S4) – датчик уровня воды. «Кран», соединяющий «Бак 1» и «Бак 2», позволяет выпустить воду из «Бака 2».

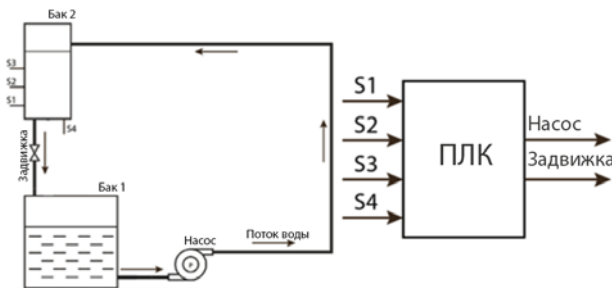


Рис. 5. Функциональная схема лабораторного стенда, показанного на рис. 4

Fig. 5. Functional diagram of the laboratory complex shown in Fig. 4

Поток воды, данные с датчиков и управляющие сигналы можно моделировать в одном приложении для мобильного телефона, содержащем лабораторный комплекс дополненной реальности. Управление виртуальным объектом может осуществляться с помощью ПЛК, а также вся информация, необходимая для процесса управления, может передаваться из виртуального объекта в ПЛК (рис. 5). Выходные данные от датчиков (S1, S2, S3, S4) являются входными данными для ПЛК, а выходные сигналы от ПЛК (насос, кран) служат входными сигналами для виртуального объекта.

Например, учащимся можно дать два разных задания:

1. Управление положением. Экспериментально настроить замкнутую систему автоматического регулирования уровня с помощью поплавковых датчиков уровня (S2, S3), которые используются в качестве обратной связи. Задача двухпозиционного регулятора – поддерживать уровень жидкости между двумя поплавковыми датчиками S2 и S3 даже при возмущении (рис. 6).

2. ПИД-регулятор. Экспериментально настроена замкнутая система автоматического контроля уровня с использованием датчика уровня S4, который используется в качестве обратной связи. В данной лабораторной работе требуется построить систему автоматического регулирования уровня с ПИД-регулятором, реализованным на базе ПЛК, задать соответствующие коэффициенты ПИД-регулятора, данная система должна поддерживать постоянный уровень воды даже при возмущении (рис. 6).



Рис. 6. Слева: позиционный уровень контроля воды. Справа: ПИД-контроль уровня воды

Fig. 6. Left: positional water control level. Right: PID water level control

Далее проводилось тестирование передачи данных между приложением мобильного телефона и ПЛК. Тестируемая система состояла из мобильного телефона, ПЛК, маршрутизатора Wi-Fi и ноутбука для написания программы (рис. 7).

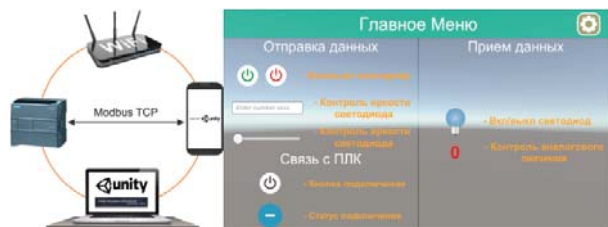


Рис. 7. Топология тестируемой системы

Fig. 7. Topology of the system under test

Приложение было создано с помощью программного обеспечения Unity 3D и установлено на мобильный телефон. С использованием программного обеспечения Tia Portal была написана программа для ПЛК Simatic S7-1200. Контроллер и мобильный телефон были подключены беспроводным способом к одной и той же сети маршрутизатора Wi-Fi, а данные передавались по протоколу Modbus TCP. В целом это исследование показывает, что оба типа сигналов (дискретные и аналоговые) могут передаваться с ПЛК на телефон и в обратном направлении с телефона на ПЛК.

## Ожидаемая VR-ситуация

### Предисловие

Одно из основных отличий AR от VR заключается в том, что в случае с VR пользователь не может видеть реальный мир вокруг себя, в то время как AR позволяет пользователю видеть реальный мир, дополненный виртуальными элементами [13]. Нельзя утверждать, что одна технология лучше другой. Обе они имеют свои преимущества в определенном случае. Например, AR – хороший инструмент, когда нужно работать только с одним объектом, как это было описано в предыдущем разделе. Однако AR-технология не очень подходит для крупномасштабных процессов, например для визуализации промышленных предприятий. Промышленные объекты состоят из различного типа оборудования, занимают большие площади. Для того чтобы смоделировать промышленные процессы в должном масштабе с помощью AR, потребуется много пустого пространства комнаты. Но виртуальная реальность могла бы справиться с этой задачей намного лучше, все действия происходят в виртуальной среде.

### Factory I/O

Программное обеспечение Factory I/O – демонстрирует возможность использования современных технологий в образовательных целях. Factory I/O – это трехмерная симуляция производства для изучения технологий автоматизации. Простой в использовании, он позволяет быстро смоделировать виртуальное предприятие, используя набор стандартных промышленных деталей (рис. 8).



Рис. 8. Пример комплекса Factory I/O  
Fig. 8. Example of the Factory I/O complex

Factory I/O также включает в себя множество сцен с промышленными процессами от начального до продвинутого уровня сложности. Наиболее распространенным сценарием является использование Factory I/O в качестве

обучающей платформы ПЛК, поскольку ПЛК являются наиболее распространенными контроллерами, используемыми в промышленных приложениях.

### Home I/O

Home I/O – еще один хорошо реализованный пример использования современных технологий в инженерном образовании. Home I/O – это интерактивный виртуальный симулятор умного дома, предназначенный для охвата широкого круга учебных целей в области естественных наук, технологий, инженерии и математики (рис. 9).

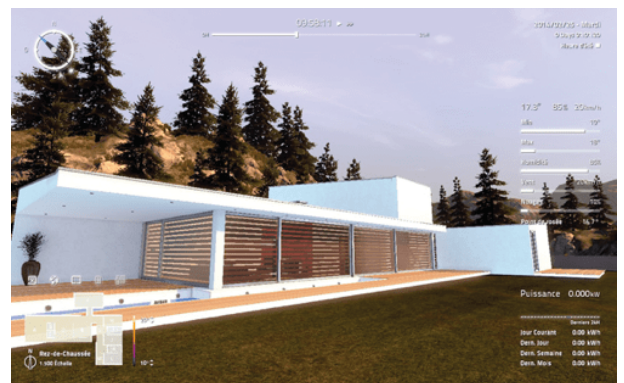


Рис. 9. Пример сцены Home I/O  
Fig. 9. Example of a Home I/O scene

С помощью этой технологии становится возможным создание и мониторинг симуляции умного дома в реальном времени. Как и в случае с Factory I/O, Home I/O позволяет подключить ПЛК к виртуальной программе, установленной на ПК. Затем вы можете отслеживать, контролировать и защищать виртуальный дом, создавая сценарии умного дома. Home I/O – это мощный симулятор, который включает в себя широкий набор математических моделей, позволяющих проводить эксперименты, максимально приближенные к реальным условиям. Это возможность изменения погодных условий (скорость ветра и направление, облачность, влажность и минимум и максимум температуры в течение суток). Упрощенная модель может быть создана для моделирования теплового режима в реальном времени. Перенос, включающий радиационные явления, явления конвекции и теплопроводности, учитывает физические свойства строительных материалов [14]. На модель подаются возмущения, создаваемые открытием дверей и окон и т. д. Таким обра-

зом, студенты могли разрабатывать системы с различными типами возмущений и контролировать температуру в помещении с помощью ПИД-регулятора.

### **Ожидаемая будущая ситуация с виртуальной реальностью**

В настоящее время на ПК устанавливаются программы Factory I/O и Home I/O, но общую идею этих виртуальных комплексов можно взять за основу для рассмотрения и дальнейшего применения совместно с VR-технологией. Виртуальные технологии позволят создать для учащихся эффект погружения в виртуальный технологический процесс и получить практический опыт, схожий с тем, как если бы обучаемые находились на настоящем заводе или в доме.

### **Преимущества AR и VR**

AR- и VR-технологии имеют свои преимущества как для поставщиков, так и для клиентов. В этом разделе рассматриваются наиболее важные из них.

1. Для поставщиков:

- Это экономит деньги и стимулирует разработку новых продуктов. Виртуальный комплекс можно развивать и больше времени тратить на работу с новыми проектами. Имея дело с реальными комплексами, одни и те же комплексы приходится изготавливать снова и снова, остается все меньше времени на создание и реализацию новых проектов.
- В случае с реальным лабораторным стендом фирма-производитель должна осуществить поставку оборудования. После этого прислать инженера, чтобы проверить, не повреждено ли все оборудование, и продемонстрировать преподавателям, как работать с этим комплексом. С виртуальными комплексами процесс пуско-наладки заменяется соответствующей инструкцией, которую также можно скачать с онлайн-сервисов (или другими удаленными способами).
- Меньший штат сотрудников и отсутствует необходимость заказывать оборудование для сборки реального комплекса. Для размещения оборудования для производства реальных комплексов необходимо много места (например, склад), а сами комплексы также занимают дополнительное пространство. Что касается виртуальных

комплексов, то они вообще не занимают физического пространства.

2. Для клиентов:

- Простота в эксплуатации. Чтобы начать лабораторную работу на реальном комплексе, требуются трудоемкие действия, например, наполнить бак водой. С виртуальным комплексом этого делать не нужно.
- Реальный комплекс стоит дороже, чем виртуальный. Некоторые университеты не могут себе позволить покупку нескольких лабораторных комплексов. Поэтому учащимся приходится ждать своей очереди для работы с комплексом, пока предыдущая группа учащихся не закончит работу. Виртуальные комплексы могут быть установлены на мобильные телефоны студентов, и все студенты могут выполнять одну и ту же работу одновременно.
- Отсутствие повреждений оборудования. Разные студенты имеют разный уровень знаний, и преподаватели опасаются, что оборудование может быть повреждено, поэтому иногда эти лабораторные комплексы даже не используются учащимися. С использованием виртуальных лабораторных комплексов этот страх будет устранен, так как нет способов повредить виртуальный комплекс. Кроме того, виртуальный комплекс можно использовать в качестве тренажера перед работой с реальным комплексом.

Согласно утверждениям, перечисленным выше, мы можем заявить, что эти AR- и VR-технологии полезны и могут быть рассмотрены для дальнейших исследований.

### **Вывод**

Технический прогресс в наши дни позволяет использовать ИТ в образовании. Однако в большинстве случаев на в ходе образовательного процесса не хватает интерактивных технологий, несмотря на то, что технологии виртуальной реальности и дополненной реальности могут помочь преподавателям усилить мотивацию обучаемых к образовательному процессу [15]. С помощью этих AR- и VR-технологий также становится возможным показать, что процесс обучения может быть не только полезным, но и интересным.

В этой статье обсуждалась текущая ситуация в инженерном образовании, и было обнаружено, что некоторые методы обучения могут выглядеть устаревшими для студентов.



На наш взгляд положительный результат может быть достигнут за счет интеграции современных информационных технологий в учебный процесс:

- У студентов появится возможность уделять больше времени самообразованию, потому что они будут иметь доступ к виртуальной лаборатории со своих мобильных телефонов.
- У студентов появилась возможность работать в промышленной среде, которая раньше была им недоступна.
- Более того, эти технологии повлияют на восприятие учащимися того, что они получают соответствующий уровень знаний.

Вот почему для университетов важно искать новые методы визуализации, чтобы улучшить существующие модели обучения, и в настоящее время есть две наиболее перспективные технологии: AR и VR. AR позволяет пользователю видеть реальный мир с

виртуальными объектами, наложенными или объединенными с реальной средой. VR – еще один инновационный визуальный инструмент, который можно использовать в высшем образовании. В средах моделирования студенты могут изучать и управлять виртуальными объектами в виртуальной среде. Виртуальная среда эмулирует реальные объекты, а технология дополненной реальности позволяет виртуальным элементам сосуществовать в реальном мире, поэтому взаимодействие с объектами также является реальным. Непосредственно для машиностроения, как было сказано выше, внедрение таких технологий сулит ряд преимуществ.

Могут быть проведены дальнейшие исследования в направлении ожидаемых AR- и VR-ситуаций, чтобы показать возможность создания виртуальных лабораторий и исследовать их влияние на мотивацию студентов и успеваемость.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yu W., Chi S., Shi C. Research on application mode of VR/AR technology in education and teaching // 3<sup>rd</sup> International Social Sciences and Education Conference (ISSEC 2018). – 2018. – P. 233–236. DOI: 10.25236/issec.2018.057. URL: [https://webofproceedings.org/proceedings\\_series/article/artId/2484.html](https://webofproceedings.org/proceedings_series/article/artId/2484.html) (дата обращения: 21.02.2022)
2. E-learning material development framework supporting VR/AR based on linked data for IoT security education / C. Ma, S. Kulshrestha, W. Shi, Y. Okada, R. Bose // Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies. – Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2018. – V. 17. – P. 479–491. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-75928-9\\_43](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75928-9_43)
3. Mones B. Before and after AR/VR: empowering paradigm shifts in education // SIGGRAPH Asia (SA) Symposium on Education. – 2017. – Article No. 11. – P. 1–2. DOI: <http://doi.acm.org/10.1145/3134368.3151011>
4. Step-by-step augmented reality in power engineering education / I. Opris, S. Costinas, C. Ionescu, D. Nistoran // Computer Applications in Engineering Education. – 2018. – V. 26. – Iss. 5. – P. 1590–1602. DOI: 10.1002/cae.21969
5. 3D and VR models in civil engineering education: construction, rehabilitation and maintenance / A. Sampaio, M. Ferreira, D. Rosario, O. Martins // Automation in Construction. – 2010. – V. 19. – Iss. 7. – P. 819–828. DOI: 10.1016/j.autcon.2010.05.006
6. Борисов А.М., Нестеров А.С., Одинцов А.С. Лабораторный стенд «Средства автоматизации и управления» // Электроприводы переменного тока: труды международной 13-й научно-технической конференции. – Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2005. – С. 341–344.
7. Борисов А.М., Нестеров А.С. Лабораторный практикум для изучения средств автоматизации и управления // Вестник ЮУрГУ. Серия Энергетика. – 2010. – Вып. 14. – № 32. – С. 70–75.
8. Перспективы развития лабораторного практикума по курсу «Автоматизация типовых технологических процессов и производственных установок» / А.М. Борисов, А.С. Нестеров, А.Н. Горожанкин, Г.И. Драчев // Вестник ЮУрГУ. Серия Энергетика. – 2012. – Вып. 18. – № 37. – С. 111–116.
9. Farrah A., Dawood A. Using mobile phone applications in teaching and learning // International Journal of Research in English Education. – 2018. – V. 3. – Iss. 2. – P. 48–68. DOI: 10.29252/ijree.3.2.48
10. Riera A., Redondo E., Fonseca D. Geo-located teaching using handheld augmented reality: good practices to improve the motivation and qualifications of architecture students // Universal Access in the Information Society. – 2015. – № 14. – P. 363–374. DOI: 10.1007/s10209-014-0362-3
11. Applying Augmented Reality in practical classes for engineering students / S.E. Bazarov, I.Y. Kholodilin, A.S. Nesterov, A.V. Sokhina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2017. – V. 87. – Iss. 3. DOI: 10.1088/1755-1315/87/3/032004
12. Vanin P.A., Nesterov A.S., Kholodilin I.Y. Integration of IIoT and AR technologies to educational process through laboratory complex // 2018 Global Smart Industry Conference (GloSIC). – 2018. – P. 1–6. DOI: 10.1109/GloSIC.2018.8570108

13. Passig D. The future of virtual reality in education: a future oriented meta analysis of the literature // Themes in Science and Technology Education. – 2009. – V. 2. – № 1. – P. 269–293. URL: <https://www.learntechlib.org/p/148628/> (дата обращения: 21.02.2022).
14. Riera B., Vigarío B. HOME I/O and FACTORY I/O: a virtual house and a virtual plant for control education // IFAC-PapersOnLine. – 2017. – V. 50. – Iss. 1. – P. 9144–9149. DOI: 10.1016/j.ifacol.2017.08.1719
15. Martin-Gutierrez J. Editorial: learning strategies in engineering education using Virtual and Augmented Reality technologies // Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. – 2017. – V. 13. – Iss. 2. – P. 297–300. DOI: 10.12973/eurasia.2017.00630a

Дата поступления: 17.08.2022 г.

Дата принятия: 22.11.2022 г.

UDC 378.14

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_7

## THE FUTURE OF ELECTRICAL EDUCATION BASED ON ARA AND VR TECHNOLOGIES

**Ivan Yu. Kholodilin,**  
associate professor,  
kholodilini@susu.ru

**Aleksey N. Gorozhankin,**  
cand. Sc., associate professor,  
gorozhankinan@susu.ru

South Ural State University,  
76, Lenin avenue, Chelyabinsk, 454080, Russia.

Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) can serve as an effective tool in Information Technology to help students tackle the tasks they are used to in an interesting and productive way. The aim of this study is to show that students can be really involved in the educational process and be able to conduct various types of experiments and simulations in a safe and entertaining way. The article reveals the current state of education, presents a modification of an existing system based on a laboratory complex, and proposes ideas for the future of electrical education based on AR and VR technologies. The article shows certain advances in the field of virtual education and technology, thanks to which it becomes possible to realize these expected future ideas. The experiment was carried out in order to show the possibility of data transfer between hardware and software. In addition, the main advantages of AR and VR technologies are listed. The analysis shows that these technologies are of particular importance at the present time, and significant changes and improvements can be achieved in the educational field only with the constant development and interest of students in AR and VR

**Key words:** Augmented reality, virtual reality, information technology, educational process, student motivation, laboratory complex, virtual laboratory.

### REFERENCES

1. Yu W., Chi S., Shi C. Research on Application Mode of VR/AR Technology in Education and Teaching. *3rd International Social Sciences and Education Conference (ISSEC 2018)*, 2018, pp. 233–236. DOI: 10.25236/issec.2018.057. Available at: [https://webofproceedings.org/proceedings\\_series/article/artId/2484.html](https://webofproceedings.org/proceedings_series/article/artId/2484.html) (accessed: 21 February 2022).
2. Ma C., Kulshrestha S., Shi W., Okada Y., Bose R. 2018. E-learning material development framework supporting VR/AR based on linked data for IoT security education. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2018, vol. 17, pp. 479–491. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-75928-9\\_43](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75928-9_43)
3. Mones B. Before and after AR/VR: empowering paradigm shifts in education. *SIGGRAPH Asia (SA) Symposium on Education*, 2017, article no. 11, pp. 1–2. DOI: <http://doi.acm.org/10.1145/3134368.3151011>
4. Opris I., Costinas S., Ionescu C., Nistoran D. Step-by-step augmented reality in power engineering education. *Computer Applications in Engineering Education*, 2018, vol. 26, Iss. 5, pp. 1590–1602. DOI: 10.1002/cae.21969
5. Sampaio A., Ferreira M., Rosario D., Martins O. 2010. 3D and VR models in Civil Engineering education: construction, rehabilitation and maintenance. *Automation in Constructio*, 2010, vol. 19, Iss. 7, pp. 819–828. DOI: 10.1016/j.autcon.2010.05.006
6. Borisov A.M., Nesterov A.C., Odintsov A.C. Laboratorny stend «Sredstva avtomatizatsii i upravleniya» [Laboratory stand «Means of automation and control»]. *Elektroprivody peremennogo toka. Trudy mezhdunarodnoy 13-y nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* [Electric drives of alternating current. Proceedings of the 13th international scientific and technical conference]. Yekaterinburg, USTU – UPI, 2005. pp. 341–344.
7. Borisov A.M., Nesterov A.S. Laboratory work for studying automation and control means. *Bulletin of South Ural State University. Series «Power Engineering»*, 2010, Iss. 14, no. 32, pp. 70–75. In Rus.
8. Borisov A.M., Gorozhankin A.N., Drachev G.I., Nesterov A.S. Perspectives of development of laboratory practical course «Automation of standard technological processes and industrial machines». *Bulletin of South Ural State University. Series «Power Engineering»*, 2012, Iss. 18, no. 37, pp. 111–116. In Rus.

9. Farrah A., Dawood A. Using mobile phone applications in teaching and learning. *International Journal of Research in English Education*, 2018, vol. 3, Iss. 2, pp. 48–68. DOI: 10.29252/ijree.3.2.48
10. Riera A., Redondo E., Fonseca D. Geo-located teaching using handheld augmented reality: good practices to improve the motivation and qualifications of architecture students. *Universal Access in the Information Society*, 2015, no. 14, pp. 363–374. DOI: 10.1007/s10209-014-0362-3
11. Bazarov S.E., Kholodilin I.Y., Nesterov A.S., Sokhina A.V. Applying Augmented Reality in practical classes for engineering students. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2017, vol. 87, Iss. 3. DOI: 10.1088/1755-1315/87/3/032004
12. Vanin P.A., Nesterov A.S., Kholodilin I.Y. Integration of IIoT and AR technologies to educational process through laboratory complex. *2018 Global Smart Industry Conference (GloSIC)*, 2018, pp. 1–6. DOI: 10.1109/GloSIC.2018.8570108
13. Passig D. The future of Virtual Reality in education: a future oriented meta analysis of the literature. *Themes in Science and Technology Education*, 2009, vol. 2, no. 1, pp. 269–293. Available at: <https://www.learntechlib.org/p/148628/> (accessed: 21 February 2022).
14. Riera B., Vigario B. HOME I/O and FACTORY I/O: a virtual house and a virtual plant for control education. *IFAC-PapersOnLine*, 2017, vol. 50, Iss. 1, pp. 9144–9149. DOI: 10.1016/j.ifacol.2017.08.1719
15. Martin-Gutierrez J. Editorial: learning strategies in engineering education using Virtual and Augmented Reality technologies. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2017, vol. 13, Iss. 2, pp. 297–300. DOI: 10.12973/eurasia.2017.00630a

Received: 17 August 2022.  
Reviewed: 22 November 2022.

УДК 378.1

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_8

## ПАРТНЕРСТВО ИНЖЕНЕРНЫХ ВУЗОВ И ПРЕДПРИЯТИЙ. ОПЫТ ТУСУР

### Троян Павел Ефимович,

доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой физической электроники,  
ведущий научный сотрудник лаборатории интегральной оптики и радиофотоники,  
tre@tusur.ru

### Сахаров Юрий Владимирович,

доктор технических наук, доцент, профессор кафедры физической электроники,  
ведущий научный сотрудник лаборатории интегральной оптики и радиофотоники,  
iurii.v.sakharov@tusur.ru

### Жидик Юрий Сергеевич,

кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник лаборатории интегральной оптики и радиофотоники,  
доцент кафедры физической электроники,  
iurii.s.zhidik@tusur.ru

### Чистоедова Инна Анатольевна,

кандидат технических наук, доцент кафедры физической электроники,  
inna.a.chistoedova@tusur.ru

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

Современный этап развития экономики России требует интеграции науки, образования и инновационной деятельности. Такая интеграция является важнейшим фактором развития экономики и общества. При этом высшая школа обязана обеспечивать успешное выполнение возложенных на нее функций: подготовки высококвалифицированных кадров для реального сектора экономики и инициирование внедрения инновационных разработок ученых вузов на предприятиях различных отраслей экономики. Технологическое перевооружение предприятий электронного профиля, широкое применение цифровых технологий в производстве, задача создания собственной электронной компонентной базы требуют притока в электронную отрасль высококвалифицированных специалистов с широким набором компетенций. Требования профессиональных стандартов и их учет в образовательных программах вузов должны способствовать решению поставленных задач. Однако, несмотря на признание необходимости тесного сотрудничества между вузами и предприятиями, существующий уровень взаимодействия нельзя признать достаточным. Поэтому осмысление текущего и вычленение наиболее удачного опыта, а также поиск новых форм сотрудничества и способов решения текущих проблем является важнейшей актуальной задачей формирования кадрового потенциала в РФ. В работе представлен обзор механизмов и направлений взаимодействия вузов и предприятий как в мировой, так и в отечественной практике. На основе методов эмпирического анализа выявлены основные проблемы взаимодействия кафедры физической электроники ТУСУР и предприятий электронного профиля. Предложена модель взаимодействия вуз–предприятие, реализуемая кафедрой физической электроники ТУСУР. Модель включает традиционно используемые подходы и ряд инновационных форм, которые должны дать новый импульс развитию сотрудничества между ТУСУР и предприятиями электронного профиля.

**Ключевые слова:** вуз, предприятие, механизмы взаимодействия, проблемы взаимодействия и пути их решения, базовые кафедры, профессиональный экзамен, магистерская программа, практико-ориентированный подход.

Взаимодействие учреждений высшего образования и предприятий реального сектора экономики является важнейшим инструментом повышения качества подготовки специалистов. Этот тезис является основой взаимодействия, поскольку качество подготовки есть единая цель взаимодействия между вузом и предприятием.

Целью данной работы является изучение мирового и отечественного опыта взаимодействия вузов, предприятий и бизнес-сообществ в сравнении с опытом Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники; выявление и поиск путей решения основных проблем взаимодействия вуза и предприятия с учетом современных тенденций развития.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: проанализировать основные проблемы взаимодействия вуз–предприятие и предложить модель взаимодействия указанных партнеров, повышающую эффективность взаимодействия учреждений высшего образования и предприятий реального сектора экономики из области электронной промышленности.

### Обзор механизмов и направлений взаимодействия в мировой практике

Анализ взаимодействия вузов и предприятий в условиях современных рыночных отношений подчеркивает необходимость этого процесса и его полезность с точки зрения формирования у выпускников практико-ориентированных компетенций. Высокая практическая ориентированность высшего образования в совокупности с фундаментальными знаниями, а также его связь с реалиями экономической ситуации должны стать основой современного университета. Взаимодействие вуза с предприятиями и бизнес-сообществами различной сферы дает основу для формирования социального заказа на студентов, от которого должен отталкиваться вуз при формировании основных образовательных программ, учебных планов, производственных и научно-исследовательских практик. В процессе обучения в вузе у студента должны быть сформированы именно те практико-ориентированные компетенции, с которыми он будет востребован на рынке труда.

Обратимся к зарубежному опыту организации системы взаимодействия вуза и бизнес-структур. К примеру, в Австралии государственное финансирование научно-исследовательской деятельности университетов определяется той долей средств, которую они смогли привлечь при выполнении научно-практических задач в коллаборации с предприятиями промышленности и бизнес-сообществом (схема институциональных грантов *Institutional Grants Scheme*). Также учитывается и два других критерия – это привлечение аспирантов и количество научных публикаций, однако они имеют гораздо меньший вес, 30 и 10 % соответственно [1].

Университет Аальто (*Aalto University*) в Финляндии использует концепцию индивидуальных бизнес-проектов (*Customized Business Projects*) [2]. В рамках такого проекта университет формирует исследовательскую группу,

состоящую из 2–5 студентов последнего года обучения и преподавателя или научного работника – руководителя группы. Студенты отбираются индивидуально под каждый проект из разных факультетов. Участие в таком проекте позволяет студентам применить полученные знания на практике, а также получить кредиты *ECTS* за работу в нем [3]. Предприятиям малого и среднего бизнеса такие проекты позволяют в полной мере использовать синергетический эффект от взаимодействия науки, технологии и бизнеса и организовать совместную работу с потенциальными работниками. В результате осуществления такого проекта предприятия могут оценить профессиональные компетенции студентов и в дальнейшем использовать их как основание для найма уже выпускников. Проекты обычно реализуются в течение четырех месяцев с четко сформулированным результатом работы. Предприятие обеспечивает команду проекта необходимой информацией и производственными мощностями, а также осуществляет финансирование проекта [2, 3].

Университет Уппсалы (*Uppsala University*) в Швеции создал организацию *UU Innovation* для сотрудничества с бизнес-сообществом и предприятиями с целью проведения совместных исследований и коммерциализации результатов научной деятельности [1, 4]. Организация помогает студентам, аспирантам, научным сотрудникам, бизнес-сообществу и предприятиям встретиться и начать совместную деятельность, при которой происходит обмен знаниями, обучение и достижение какого-либо научно-практического результата. Также организация поддерживает частные поисковые исследования и студенческие бизнес-идеи, предлагая консультации по защите авторских прав, взаимодействию с государственными структурами.

В Германии существует система технических университетов и университетов, имеющих прикладной характер, которая тесно связана с производственными процессами на малых и средних предприятиях. Одно из первых мест в рейтинге занимает Берлинский университет прикладных технических и экономических наук (*Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin*), в котором создан и успешно функционирует кооперационный центр «Наука–практика» [1, 5]. Благодаря взаимодействию университета с предприятиями малого и среднего бизнеса в сфере производства

при поддержке центра «Наука–практика» осуществляется внедрение созданных студентами университета технологий, трудоустройство студентов на предприятия по профилю научно-образовательной деятельности. При этом предприятие осуществляет поддержку инновационных разработок студентов и формирует заказ на инновационные продукты и технологии. Магистерские работы формируются как проекты для реализации на конкретном предприятии малого или среднего бизнеса, и одним из условий успешной защиты проекта является его внедрение в практическую деятельность предприятия, на котором магистрант проходил практику [6].

Американская система взаимодействия вузов и предприятий принципиально отличается от европейской. Для американского высшего образования более характерно вовлечение бизнеса в систему администрирования, когда представители крупнейших фирм становятся непосредственными разработчиками и руководителями образовательных программ, курсов и учебных планов [1, 7]. Также в США создаются специализированные центры трансферта продукции интеллектуального труда на мировые рынки. Подобные центры обычно функционируют самостоятельно, но числятся в качестве структурных подразделений университетов. Центры трансферта отбирают наиболее перспективные проекты, обеспечивают правовую защиту авторских прав в ходе реализации наукоемкой продукции на мировом рынке, защищая при этом национальные интересы США [7].

В университетах Китая широко применяется модель тройной спирали, разработанная профессором Стэнфордского и Эдинбургского университетов Генри Ицковицем [8]. Данная модель нашла широкое применение в России, Китае, Испании, Мексике и др. В модели тройной спирали научные круги должны быть тесно связаны с промышленным миром. В частности, университеты должны взаимодействовать с промышленностью с целью максимальной капитализации знаний. В настоящее время в Китае взаимодействие университетов и промышленности осуществляется в трех направлениях: включение университетов в предприятия, создание научно-технических парков университетов, создание университетских городов. При этом особое место в системе высшего образования Китая занимает строительство университетов на основе на-

учных парков по подобию Стэнфордского и Кембриджского научных парков. В 2015 г. в Китае уже функционировало более 120 технопарков внутри страны. Еще 5 создано за рубежом: в Сингапуре, Мэриленде (США), Кэмбридже и Манчестере (Великобритания), Москве. Зарубежные технопарки являются для КНР платформой для выхода китайских предприятий и научно-исследовательских организаций за границу, а также эффективным способом привлечения в страну зарубежных ученых и специалистов [9].

Таким образом, проанализировав зарубежный опыт развития отношений вуза и бизнеса, можно сделать вывод о том, что зарубежные вузы отличаются своей практико-ориентированностью. На базе ведущих зарубежных университетов Австралии, Великобритании, Германии, Швеции, Финляндии, США реализовано уже много успешных проектов по заказам предприятий малого и среднего бизнеса, разработаны специализированные программы по привлечению студентов к взаимодействию с представителями бизнес-сообщества.

#### **Обзор механизмов и направлений взаимодействия в РФ**

За время развития рыночной экономики в вузах РФ также накоплено не мало опыта по взаимодействию с предприятиями и бизнес-сообществом различного уровня и направлений.

*Координация взаимодействия вузов с работодателями* посредством созданных в вузах РФ центров развития карьеры или центров содействия трудоустройству выпускников. Таких центров в РФ более 350. В их работу входит консультирование студентов и выпускников по вопросам трудоустройства, актуальных вакансий, практик и стажировок, проведение тренингов, семинаров и мастер-классов по прохождению собеседования, написанию резюме, проведение дней карьеры, ярмарок вакансий, лекций, семинаров, тренингов, деловых игр, круглых столов [10].

*Организация для студентов производственной и преддипломной практики на предприятии.* Практика направления студентов на предприятия реального сектора экономики реализуются еще со времен СССР. Практика проводится на договорных началах с промышленными предприятиями. Для решения вопросов, связанных с практикой, назначаются руководители от университета.

*Проведение ярмарок вакансий, встреч студентов с представителями промышленности.* В университетах организуются ярмарки вакансий, на которых проходят встречи студентов с потенциальными работодателями. Работодатели знакомят студентов с вакансиями предприятия, рассказывают про особенности работы у них, перспективы карьерного роста и предлагают разные формы занятости.

*Целевое обучение.* Представляет собой длительные отношения между вузом и предприятием. Различается поступление на целевой основе и целевое обучение. Поступление по целевой квоте проходит по отдельному конкурсу. Для зачисления поступающие, направленные на учебу предприятиями, как и все остальные, сдают вступительные экзамены, однако конкурс на зачисление проводится отдельный и проходной балл обычно несколько ниже. Уже поступившие на общих основаниях студенты могут перейти на целевое обучение на любом курсе.

Все обязательства между заказчиком, направляющим на учебу, организацией, студентом и университетом оформляются договором. По договору предприятием обычно устанавливается минимальный обязательный срок работы выпускника на предприятии после окончания вуза.

*Обучение через исследовательские проекты.* Такая форма взаимодействия подразумевает привлечение студентов к научно-исследовательским проектам в совместных бизнес-инкубаторах, лабораториях или конструкторских бюро, образованных совместными усилиями вуза и предприятия. К примеру, в МГУ работает несколько совместных лабораторий с крупнейшими компаниями, такими как Microsoft, Intel [11].

*Целевая подготовка студентов на территории работодателя.* Целевая подготовка студентов осуществляется на территории предприятия преимущественно во второй половине дня. С этой целью в структуре ЦНИИ «Электроприбор» создан отдел подготовки кадров, а в СПбГЭТУ «ЛЭТИ» сформирована координационная группа из преподавателей кафедр. Принципиальный момент: прием зачетов и экзаменов у этих учащихся осуществляет комиссия, которая формируется приказом директора ФГУП ЦНИИ «Электроприбор» из наиболее опытных специалистов организации. При этом в оценке знаний студентов преподаватели вуза не участвуют [10].

*Карьерное портфолио студента.* Карьерное портфолио, представляющее собой пакет документов в бумажном или электронном варианте, отражающий все достижения студента (академические, учебные и личные). Оно может включать такие документы, как: выпускная квалификационная и курсовые работы; отчеты и отзывы о прохождении производственных практик; грамоты и благодарности, рекомендательные письма от преподавателей и кураторов.

*Участие предприятий в разработке образовательных программ (ОП ВО).* Участие базовых предприятий в разработке и утверждении основных образовательных программ регламентировано на законодательном уровне. ОП ВО самостоятельно разрабатывается и утверждается университетом на основе требований ФГОС ВО по соответствующему направлению подготовки. Наиболее значимыми документами в ОП являются учебные планы, программы учебных дисциплин и практики.

### **Основные проблемы взаимодействия вузов и предприятий в РФ**

Несмотря на такое многообразие форм взаимодействия между вузом и предприятием, добиться идеальных взаимоотношений не удастся. Вузовская система по-прежнему дает в большей степени академическое, а не прикладное образование. С другой стороны, вузы, стремящиеся подготавливать специалистов-прикладников, не могут удовлетворить все возрастающие требования крупных компаний и научного сектора к уровню фундаментальной подготовки кадров [12]. Это лишь один из примеров коллизии интересов вузов и работодателей, но есть и другие.

Глубокий анализ системы взаимоотношений вузов и предприятий за последние десятилетия показывает, что отсутствует самое главное – системный подход к решению данной проблемы, что вынуждает вузы и предприятия искать частные пути взаимодействия, опираясь на мировой и отечественный опыт других вузов [12]. Это приводит к тому, что многие проблемы на сегодняшний день так и не решены:

- отсутствует система, регламентирующая взаимоотношения между вузом и предприятием на государственном уровне;
- низкая инициатива со стороны предприятий и вузов в развитии сотрудничества;
- отсутствие системного подхода в вопросах взаимодействия;



- нежелание предприятий финансово поддерживать подготовку кадров;
- формальное участие в разработке ОП ВО, учебных планов. Представители промышленности зачастую не желают разбираться в структуре ОП и учебных планов, ограничиваясь только их формальным утверждением;
- разная техническая оснащенность предприятий и вузов. Сейчас предприятия имеют лучшую техническую и технологическую оснащенность, что не позволяет вузам давать полноценную практико-ориентированную подготовку студентам, соответствующую требованиям работодателя;
- разные подходы в оценке качества образования. Предприятиям нужны узкопрофильные специалисты, вуз старается готовить специалистов, способных решать широкий круг задач;
- сложность привлечения специалистов предприятия к лекционным и практическим занятиям со студентами. Зачастую администрация предприятия не заинтересована в таком виде взаимодействия;
- разная законодательная база. К примеру, приказ Минобрнауки России от 29.06.2015 № 636 запрещает назначение руководителями выпускных квалификационных работ сотрудников предприятия, что существенно снижает их мотивационную составляющую во взаимоотношениях с вузами. Также стоит отметить проблемы трудоустройства работодателей на должности профессорско-преподавательского состава (ППС);
- разные временные рамки решения задач. Так, например, разработка вузом наукоемкой продукции может занять несколько лет, что для производства является неприемлемым;
- отсутствие со стороны предприятия заинтересованности в прохождении курсов повышения квалификации и стажировок на своих предприятиях профессорско-преподавательского состава вузов;
- сложность в коммуникациях между вузом и предприятием. Необходима единая функциональная база данных и интерфейс, позволяющий предпринимателю оставить заявку на выполнение определенного вида работы;
- длительная процедура получения разрешений для прохождения практики на режимных предприятиях.

### **Модель взаимодействия ТУСУР с предприятиями на примере кафедры ФЭ**

Анализ системы взаимодействия с работодателями, существующей в нашем вузе, свидетельствует о том, что ТУСУР, как инновационный университет, не только перенимает зарубежный опыт взаимодействия вузов с предприятиями и бизнес-сообществом, адаптируя его к российскому сегменту экономики, но и реализует собственные инновационные системы. К примеру, групповое проектное обучение (ГПО) и учебно-исследовательская работа, по аналогии с университетом Аальто (*Aalto University*), реализуется у нас уже более 15 лет [13]. Примерно столько же времени существует студенческий бизнес-инкубатор и офис коммерциализации разработок, которые помогают студентам коммерциализировать свои разработки. Среди собственных успешных систем, реализованных ТУСУР, стоит особо отметить: магистерскую программу «1+1», базовые кафедры, систему подготовки целевых студентов в интересах оборонно-промышленного комплекса (ОПК), профессиональный экзамен как элемент взаимодействия работодателя и выпускника, групповое проектное обучение для предприятий.

### **Базовые кафедры как эффективный инструмент долгосрочного взаимодействия вузов и предприятий. Опыт ТУСУР**

Базовая кафедра «Радиоэлектроника сверхвысоких частот» (РСЧ) АО «НПФ «Микран»» была создана на основании решения Ученого совета университета от 16.03.2016 г. и договора от 17.05.2016 между ТУСУР и АО «НПФ «Микран»» на факультете электронной техники с 20.06.2016 г. Обязанности заведующего кафедрой РСЧ с 2016 по 2019 г. выполнял В.А. Кагадей, доктор технических наук, профессор, заместитель генерального директора АО «НПФ «Микран»». Финансирование деятельности базовой кафедры РСЧ полностью осуществлялось за счет АО «НПФ «Микран»». В штатный состав базовой кафедры входили доцент И.А. Чистоедова и старший преподаватель Е.С. Шандаров.

В соответствии с договором о создании базовой кафедры и Положением о базовой кафедре были выделены основные цели, задачи и направления деятельности кафедры РСЧ.

Цели создания базовой кафедры РСЧ:

- обеспечение кадрового и научно-технического превосходства базового предприятия АО «НПФ «Микран»» путем реализации новой модели подготовки кадров на базовой кафедре с использованием взаимосвязанной трехзвенной цепи лицей–университет–базовое предприятие;
- поиск, образование, воспитание и специальная целевая подготовка будущих высококонкурентоспособных специалистов базового предприятия;
- повышение качества образования путем использования в образовательной деятельности результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ базового предприятия, новых знаний и достижений науки и техники в области СВЧ радиоэлектроники;
- расширение исследовательского принципа обучения и научной составляющей образовательной деятельности, в том числе привлечение студентов к проведению научных исследований под руководством сотрудников базового предприятия;
- кадровое обеспечение научных исследований, проводимых в университете;
- выполнение НИР по тематике базового предприятия;
- целевая подготовка кадров высшей квалификации для базового предприятия.

К задачам кафедры в области образовательной, воспитательной и организационной деятельности относилось создание новой среды, обеспечивающей эффективную подготовку инновационно-активных элитных специалистов на базе исследовательского принципа обучения и индивидуальных практико-ориентированных траекторий обучения во взаимосвязанной трехзвенной цепи лицей–университет–базовое предприятие по следующим направлениям подготовки (специальностям): «Радиоэлектронные системы и комплексы», «Радиотехника», «Конструирование и технология электронных средств», «Электроника и нанoeлектроника» и др.

Изначально моделью базовой кафедры РСЧ рассматривалась принцип элитного образования и инвестиций в талантливых людей, целенаправленно подготавливаемых для

работы в АО «НПФ «Микран»» через последовательно реализуемые шаги по поиску и привлечению, формированию индивидуальных траекторий развития, а также реализации этих практико-ориентированных траекторий в ТУСУР, в компании и других вузах.

Начальная стадия подготовки проводилась как с талантливыми школьниками (Томский физико-технический лицей), так и со студентами младших курсов в рамках кафедры РСЧ, ТУСУР и АО «НПФ «Микран»» по специально подготовленным для каждого учащегося индивидуальным программам.

Финальная стадия подготовки проводилась при целевом наборе бакалавров в магистратуры на выпускающих кафедрах ТУСУР и выполнении магистерских диссертаций на кафедре РСЧ и в АО «НПФ «Микран»».

С 2016 по сентябрь 2019 г. на кафедре РСЧ обучалось 22 слушателя. Набор на базовую кафедру проводился на конкурсной основе. За три года подано 74 заявления о зачислении на базовую кафедру от студентов ТУСУР 2–4 курс с ФЭТ, РТФ, факультета инноватики.

За время работы базовой кафедры с 2016 по 2019 г. был создан лекционный курс «Введение в специальности АО «НПФ «Микран»» и реализовано его продвижение среди учащихся и студентов. Курс включает следующие основные разделы: наноэлектроника: вчера, сегодня, завтра; информация: язык, коды, передача; сигналы в природе и в жизни; искусственный интеллект и робототехника.

Разработанный ознакомительный цикл лекций по научно-техническим и продуктовым направлениям деятельности АО «НПФ «Микран»», а также проведение мировоззренческих семинаров и семинаров по основам бизнеса решали задачу кафедры по воспитанию и формированию лидерских качеств согласно мировоззрению, присущему ТУСУР и базовому предприятию.

Примеры тем семинаров, реализованных на кафедре, приведены ниже: «Вселенная, жизнь и разум: научные и альтернативные мировоззрения», «Миры Аркадия и Бориса Стругацких», «Что есть бизнес и чем он отличается от работы?», «Человек и бизнес: кто – для кого? Роли руководителей по Ишкаху Адизесу» и т. д.

В рамках образовательной деятельности для студентов базовой кафедры были организованы и проведены занятия по английскому языку и СВЧ электронике.

Одним из примеров решения задачи кафедры в области научно-исследовательской и проектной деятельности является создание условий для обучающихся, обеспечивающих выполнение научных исследований и разработок по приоритетным направлениям радиоэлектроники, коммерциализации и созданию нового продукта.

Разработка технического задания, документации, технологии изготовления продукта и само его изготовление, испытания и предъявление его потенциальному клиенту как продукта – все эти стадии были реализованы студентами базовой кафедры в рамках выполнения проектных заданий «Ламповый МРЗ проигрыватель», «Пульт голосового управления с устройствами Умного дома», «Модель автономного автомобиля» и др.

Для создания системы базового и целевого элитного образования, а также воспитания лидерских качеств во время обучения студентов на кафедре РСЧ была разработана методика, включающая в себя определение индивидуальных траекторий обучения и развития личности студентов, сопровождение студентов во время их движения по выбранной траектории, раннее вовлечение студентов в деятельность АО «НПФ «Микран»» (ТФТЛ, практики, НИР, ВКР), трудоустройство. Формирование индивидуальных траекторий студентов базовой кафедры РСЧ проводилось с точки зрения образования, практических навыков и воспитания личностных качеств. Необходимо отметить, что формирование и реализация индивидуальной траектории производились самим слушателем при помощи и поддержке преподавательского состава кафедры. Каждая траектория является гибкой и при необходимости подлежит модернизации.

Для каждого слушателя был составлен текущий портрет, проведен его анализ, перспективный портрет, выделены цели и задачи, разработана индивидуальная траектория, а также система мониторинга и коррекции.

Проект «Куратор», реализуемый базовой кафедрой РСЧ, предусматривал формирование проектных групп на базе ОГБОУ «ТФТЛ», закрепление студента базовой кафедры РСЧ как руководителя проектной группы (реализация модели персонального наставничества), формирование задания для коллектива каждой группы и выполнение проекта с представлением результатов работы на конференции, участие в соревнованиях по робо-

тотехнике, участие в выставке школьных проектов.

За время работы базовой кафедры РСЧ с 2016 по 2019 гг. слушатели имели возможность пройти производственные практики на базе АО «НПК «Микран»» с трудоустройством и продолжить работу на предприятии в рамках выполнения НИР и ВКР. Ряд выпускников базовой кафедры РСЧ в 2021 г. представили к защите магистерские диссертации, выполненные в рамках тематики базового предприятия.

### Магистерская программа «1+1»

Магистерская программа «1+1» реализуется в ТУСУР с 2020 г., первый выпуск магистров по данной технологии будет в 2022 г. Суть программы заключается в том, что учебный план магистров построен таким образом, что все теоретическое обучение сконцентрировано в первом году обучения, а производственные практики перенесены на второй год обучения. Это позволяет значительно повысить мотивацию предприятий и бизнес-сообщества к привлечению уже дипломированных специалистов к прохождению производственной практики на предприятии. За год предприятие сможет в комплексе оценить компетенции магистранта и вовлечь его в производственный и исследовательский процесс. Таким образом, процесс адаптации выпускников вузов к производственной среде, который по оценкам представителей промышленности в среднем занимает 1–2 года, происходит еще на этапе прохождения практики, что в значительной степени экономит расходы предприятий, меняя сложившиеся годами стереотипы.

Для магистрантов этот год также является полезным, поскольку дает возможность более детально познакомиться с производством и в полной мере проявить свои компетенции при решении научно-технических и производственных задач. Также столь длительное взаимодействие магистрантов с предприятием стимулирует работодателя к оформлению трудовых отношений со студентами и вовлечение их в трудовой процесс.

Такая система взаимоотношений между вузом и промышленным предприятием дает ряд выгодных преимуществ всем заинтересованным лицам: представителю промышленности, студенту, преподавателю и вузу в целом. Промышленность имеет время и возможность не только решить важную научно-производ-

ственную задачу, но и системно оценить набор компетенций будущего работника, постепенно вовлекая его в производственный процесс. При этом гарантией качества проработки проблемы является координация и проверка работы преподавателем вуза. Такое сотрудничество бизнеса с университетом предоставляет ему доступ к новым научным знаниям и международному академическому опыту ученых-исследователей, а также дает возможность привлекать к решению своих внутрифирменных задач высококвалифицированных специалистов. При этом студент, вовлеченный в трудовой процесс посредством трудоустройства, начинает полноценно участвовать в своем карьерном росте.

Положительные отзывы о программе уже получены от АО «НПФ «Микран»» г. Томск, АО «НИИПП», г. Томск, УПКБ «Деталь», г. Каменск-Уральский и др.

#### **Целевая подготовка кадров для оборонно-промышленного комплекса**

Целевая подготовка студентов – важная составляющая российского образования, так как она не только обеспечивает повышение качества обучения, но и изменяет подход к подготовке практико-ориентированных специалистов. Практико-ориентированность является ключевым вектором развития системы образования в университете. В связи с этим особое значение приобретает взаимодействие работодателя и вуза. Одним из инструментов реализации данного взаимодействия является целевой прием, однако на этапе поступления абитуриенту сложно определиться с выбором предприятия по ряду причин: отсутствие профессиональных знаний; ограниченный перечень предприятий, с которыми можно заключить договор о целевом обучении. Другой инструмент – заключение договора о целевом обучении со студентом во время обучения. В ТУСУР был реализован проект по развитию системы подготовки кадров для ОПК в образовательных организациях высшего образования, подведомственных Министерству науки и высшего образования.

Основная цель проекта – повышение качества подготовки инженерно-технических кадров для оборонных предприятий России, развитие которых относится к числу стратегических приоритетов государства.

Основные задачи проекта:

- повышение эффективности реализации Государственного плана подготовки научных работников и специалистов для организаций ОПК;
- повышение качества подготовки кадров с высшим образованием за счет реализации практико-ориентированных образовательных программ, в частности, совершенствование их содержания и технологий, направленных на целевое обучение студентов в интересах организаций ОПК;
- расширение практики участия работодателей в разработке и реализации образовательных программ, формировании совместных с предприятиями ОПК образовательной инфраструктуры и совместных проектных команд для решения актуальных для организаций ОПК научно-производственных задач;
- освоение студентами целевого обучения необходимого набора компетенций (ФГОС ВО), востребованных организациями-партнерами ОПК;
- обязательное трудоустройство студентов целевого обучения на предприятии ОПК по направлению подготовки после окончания обучения.

Кафедра физической электроники активно принимала участие в реализации данного проекта с 2016 по 2020 гг. За этот период было заключено 44 трехсторонних договора между предприятием-заказчиком, образовательной организацией и студентом. В качестве предприятий-заказчиков выступали: АО «НПФ «Микран»», г. Томск; АО «НИИПП», г. Томск; АО «НПП «Восток», г. Новосибирск; АО «ПКК Миландр», г. Зеленоград. Данные предприятия являются ведущими в стране по изготовлению электронной компонентной базы. За время участия в данном проекте были реализованы следующие программы: «Подготовка высококвалифицированных специалистов в области разработки изделий микро- и нанoeлектроники» (квалификация – магистр) АО «НПП «Восток»; «Подготовка высококвалифицированных специалистов в области разработки изделий СВЧ-микро- и нанoeлектроники» (квалификации – магистр и преподаватель/преподаватель-исследователь) АО «НПФ «Микран»»; «Подготовка высококвалифицированных специалистов в области разработки интегральных микросхем» (квалификация – магистр) АО «ПКК Миландр».

Наибольшим спросом у предприятий-заказчиков пользуются студенты бакалавриата 3 и 4 курсов и магистратуры 1 курса. В ходе выполнения данного проекта предприятия-партнеры активно принимали участие в реализации различных мероприятий. Участвовали в профориентационных мероприятиях, которые проводились совместно с университетом (Дни карьеры), организовывали экскурсии студентам (День открытых турникетов), сотрудники кафедры физической электроники посетили экскурсию по предприятию АО «НПП «Восток» и т. д. Важным аспектом реализации данного проекта является: прохождение производственной практики (ПП) на предприятии, выполнение выпускной квалификационной работы (ВКР) при непосредственном консультировании сотрудниками предприятий, трудоустройство студентов после завершения проекта. Производственную практику на предприятиях прошли 42 студента из 44, заключивших договор о целевом обучении, что составило 95,5 %; выпускные квалификационные работы при участии предприятия выполнили 32 студента, что составило 72,7 %; по завершению обучения трудоустроились на предприятия 30 студентов, что составило 68,2 %. Стоит отметить высокие значения показателей по всем трем составляющим взаимодействия.

Участие в данном проекте позволило подготовить практико-ориентированных студентов, большинство из которых в настоящее время работают на предприятиях электронной промышленности. При участии студентов в данном проекте хочется отметить их высокую успеваемость по результатам обучения: средний балл по успеваемости у 20 студентов варьировался от 4,0 до 4,5 (45,5 %), а у 19 – от 4,5 до 5,0 (43,2 %).

#### **Профессиональный экзамен как элемент взаимодействия работодателя и выпускника**

Профессиональный экзамен (ПЭ) – итоговая форма оценки индикаторов достижений, основанный на использовании оценочных средств, адаптированных для выпускников (студентов выпускных курсов) вузов, обучающихся по направлениям (специальностям), связанным с nanoиндустрией.

Целью проведения ПЭ является более активное вовлечение в национальную систему квалификаций студентов вузов, что может

быть достигнуто путем обеспечения возможности прохождения студентами полноценной процедуры или элементов профессионального экзамена в процессе обучения или в ходе государственной итоговой аттестации.

Проведение ПЭ, в том числе путем сопряжения процедур независимой оценки квалификации и государственной итоговой аттестации, предоставит следующие возможности для заинтересованных участников этого процесса:

- для вузов: возможность «обратной связи» от работодателей, независимая оценка качества подготовки по реализуемым образовательным программам и далее прохождение профессионально-общественной аккредитации, рост конкурентоспособности на рынке образовательных услуг, возможность получения внебюджетных доходов за счет деятельности экзаменационного центра;
- для предприятий: возможность отбора наиболее подготовленных выпускников, экономия на затратах, связанных с оценкой квалификации кандидатов, сокращение временных и финансовых ресурсов, направляемых на доучивание и первичную адаптацию персонала;
- для студентов: возможность выхода на рынок труда с признаваемыми работодателями свидетельствами о профессиональной квалификации, улучшение условий для трудоустройства, снижение порога успешной профессиональной адаптации, в случае отрицательного результата – определение дальнейшей образовательной траектории.

Кафедра физической электроники принимала участие в программе «Развитие системы оценки профессиональных квалификаций в nanoиндустрии на период 2019–2021 годов». В 2019 г ПЭ проводился для студентов групп 315 и 325 направлений подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» (профиль – Микроэлектроника и твердотельная электроника) и 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (профиль – Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике), в общей сложности в ПЭ приняли участие 26 человек [14].

ПЭ проводился в два этапа: теоретический (ТЭ) и практический (ПЭ). На первом этапе студентам выдавались тестовые задания для проверки необходимых знаний и необходимых умений в соответствии с требованиями

профессиональных стандартов, а на втором этапе – оценка способности выполнения трудовых действий на соответствие ПС.

Результаты практического этапа (50 %) говорят о недостаточном уровне практического опыта работы. Для устранения данного недостатка с 2019 г. был увеличен объем производственных практик. Для сравнения производственная практика – преддипломная до 2019 г. – длилась 4 недели, в планах с 2019 г. – 14 недель, таким образом студенты смогут получить большой опыт практический подготовки за период прохождения практики и успешно справится с практическим этапом ПЭ.

### Заключение

В ходе проведения аналитического обзора по указанной проблематике были получены результаты, позволяющие оценивать как положительные, так и отрицательные стороны подготовки выпускников, а также выявлять проблемы взаимодействия ТУСУР с предприятиями, на примере работы кафедры ФЭ, и внести предложения о совершенствовании модели взаимодействия вуз–предприятие.

В представленном отчете дан анализ зарубежного опыта взаимодействия вузов с предприятиями, оценено состояние этого вопроса в России и в ТУСУР. Дано описание выполненных исследований по проблеме взаимодействия. Предложена модель взаимодействия кафедр ТУСУР с предприятиями реального сектора экономики, реализуемая на кафедре ФЭ.

Модель включает уже хорошо известные методы и формы взаимодействия и дополнена новыми элементами, которые, на наш взгляд, могут дать новый импульс развитию отношений в рамках взаимодействия вуз–предприятие. К числу новых инновационных подходов мы относим:

- 1) организацию работы базовых кафедр, дающих *реальные результаты*, в том числе по формату «школа–вуз–предприятие»;
- 2) развитие модели реализации магистерских программ подготовки в формате «1+1»;
- 3) проведение профессионального экзамена для выпускников бакалавриата и магистратуры;
- 4) реализацию ГПО для предприятий реального сектора экономики *с участием и по заданиям предприятий*;
- 5) целевое обучение под *решение проблем* производственной деятельности по *заказу предприятий*.

Подводя итог, можно сказать, что существующая дипольная система взаимодействия, когда каждый вуз взаимодействует с одним предприятием, уже устарела. На смену ей должна прийти модель сетевого взаимодействия, подразумевающая наличие межведомственной региональной среды, где с одной стороны – вузы, техникумы и колледжи, с другой стороны – предприятия, образующие производственный экономический кластер. При этом система взаимодействия должна строиться на основе глобальной цифровизации взаимодействия между вузами и предприятиями.

Говоря о производственно-экономических кластерах, нужно отметить, что любой конкурентоспособный кластер, образованный высокотехнологичными предприятиями и проектными организациями, не может развиваться без качественного кадрового обеспечения и без научной поддержки, поэтому образование и наука, подпитывающие производство, – это основа для инновационных кластеров.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках соглашения № 075-03-2020-237/1 от 05 марта 2020 г. (внутренний номер проекта FEWM-2020-0040).*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сагинова О.В., Максимова С.М. Опыт взаимодействия вузов и предпринимательских структур // Российское предпринимательство – 2017. – Т. 18. – № 3. – С. 377–387. DOI: 10.18334/rp.18.3.37304
2. Aalto University. URL: <https://www.aalto.fi/en/school-of-business> (дата обращения 12.06.2022).
3. Aalto University Innovation Services // Aalto University. URL: <https://www.aalto.fi/en/advancing-entrepreneurship-and-innovations/aalto-university-innovation-services#0-for-researchers-and-research-groups---for-partners-and-investors> (дата обращения 12.06.2022)
4. Uppsala University. URL: <https://www.uu.se/en/collaboration/> (дата обращения 12.06.2022).
5. Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin. Research. URL: <https://www.htw-berlin.de/en/research/> (дата обращения 12.06.2022).

6. Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin. International. URL: <https://www.htw-berlin.de/en/international/> (дата обращения 12.06.2022).
7. Сагинова О.В., Ковалева Е.Н. Рейтинги, имидж вуза и цели высшего образования // Экономика образования. – 2015. – № 1. – С. 12–23.
8. Тюрина Е.А., Гаффорова Е.Б. Инновационное развитие Китая: проблемы и пути решения // Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2014. – № 3. – С. 140–149.
9. Канева М.А. Государственно-частное партнерство в инновационной деятельности вузов Китая // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: социально-экономические науки. – 2014. – Т. 14. – № 1. – С. 69–80.
10. Предпосылки и перспективы оптимизации взаимодействия вузов и бизнес-структур в современной России / А.И. Гришин, М.С. Мельников, И.А. Строганов, Е.А. Мантейфель // Актуальные вопросы современной науки. – 2015. – № 40. – С. 66–70.
11. Опыт стратегического партнерства «ВУЗ–Промышленные предприятия» для совершенствования подготовки инженерных кадров / В.М. Кутузов, М.Ю. Шестопалов, Д.В. Пузанков, С.О. Шапошников // Инженерное образование. – 2011. – № 8. – С. 4–11.
12. Кельчевская Н.Р., Срогович М.И. Разработка механизма взаимосвязи вуза и предприятия – объективная необходимость XXI века. – Екатеринбург: ГОУ УГТУ–УПИ, 2002. – 112 с.
13. Битнер Л.Р., Жидик Ю.С., Троян П.Е. Организация учебно-исследовательской работы в семестре для студентов, не участвующих в групповом проектном обучении // Материалы междунар. науч.-метод. конф. – Томск, 27–28 января 2022. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиотехники, 2022. – Ч. 1. – С. 365–368.
14. Независимая оценка качества образования через систему центров оценки квалификации / В.В. Каранский, О.А. Крюкова, П.Е. Троян, Е.В. Саврук // Современные тенденции развития непрерывного образования: вызовы цифровой экономики: материалы международной научно-методической конференции. – Томск, 30–31 января 2020. – Томск: Изд-во Томск. Гос. ун-та систем упр. и радиотехники, 2020. – С. 142–144.

Дата поступления: 25.08.2022 г.

Дата принятия: 28.11.2022 г.

UDC 378.1

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_8

## PARTNERSHIP OF ENGINEERING UNIVERSITIES AND ENTERPRISES. THE EXPERIENCE OF TUSUR

**Pavel E. Troyan,**

Dr. Sc., professor, Head of the Department of Physical Electronics, leading researcher,  
tpe@tusur.ru

**Yuriy V. Sakharov,**

Dr. Sc., associate professor, professor, leading researcher,  
iurii.v.sakharov@tusur.ru

**Yuri S. Zhidik,**

Cand. Sc., leading researcher, associate professor,  
iurii.s.zhidik@tusur.ru

**Inna A. Chistoedova,**

Cand. Sc., associate professor,  
inna.a.chistoedova@tusur.ru

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

The current stage of development of the Russian economy requires the integration of science, education and innovation. Such integration is the most important factor in the development of the economy and society. At the same time, the higher school is obliged to ensure the successful performance of its functions: the training of highly qualified personnel for the real sector of the economy and the initiation of the introduction of innovative developments of university scientists at enterprises of various sectors of the economy. Technological re-equipment of electronic profile enterprises, the widespread use of digital technologies in production and the task of creating its own electronic component base require an influx into the electronic industry of highly qualified specialists with a wide range of competencies. The requirements of professional standards and their consideration in the educational programs of universities should contribute to solving the tasks set. However, despite the recognition of the need for close cooperation between universities and enterprises, the existing level of interaction cannot be considered sufficient. Therefore, understanding the current and identifying the most successful experience, as well as the searching for new forms of cooperation and ways to solve current problems are the most important urgent tasks of forming human resources in the Russian Federation. The paper presents an overview of the mechanisms and directions of interaction between universities and enterprises in both world and domestic practice. Based on the methods of empirical analysis, the main problems of interaction between the Department of Physical Electronics of TUSUR and electronic profile enterprises are identified. A model of university–enterprise interaction is proposed, implemented by the Department of Physical Electronics of TUSUR. The model includes traditionally used approaches and a number of innovative forms that should give a new impetus to the development of cooperation between TUSUR and electronic profile enterprises.

**Key words:** university, enterprise, interaction mechanisms, interaction problems and ways to solve them, basic departments, professional exam, master's program, practice-oriented approach.

*The research was financially supported by the Ministry of Science and Higher Education of the RF within the agreement no. 075-03-2020-237/1, 05 March 2020. (inner number of the project FEWM-2020-0040).*

### REFERENCES

1. Saginova O.V., Maksimova S.M. Experience of collaboration between universities and business organizations. *Russian Journal of Entrepreneurship*, 2017, vol. 18, no. 3, pp. 377–387. In Rus. DOI: 10.18334/rj.18.3.37304
2. *Aalto University*. Available at: <https://www.aalto.fi/en/school-of-business> (accessed 12 June 2022).



3. Aalto University Innovation Services. *Aalto University*. Available at: <https://www.aalto.fi/en/advancing-entrepreneurship-and-innovations/aalto-university-innovation-services#0-for-researchers-and-research-groups---for-partners-and-investors> (accessed 12 June 2022).
4. *Uppsala University*. Available at: <https://www.uu.se/en/collaboration/> (accessed 12 June 2022).
5. *Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin. Research* [Berlin University of Applied Sciences. Research]. Available at: <https://www.htw-berlin.de/en/research/> (accessed 12 June 2022).
6. Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin. International [Berlin University of Applied Sciences. International]. Available at: <https://www.htw-berlin.de/en/international/> (accessed 12 June 2022).
7. Saginova O.V., Kovaleva E.N. University rankings, image and higher education goals. *Economics of education*, 2015, no. 1, pp. 12–23. In Rus.
8. Tyurina E.A., Gafforova E.B. Innovative development of China: problems and solutions. *Management and business administration*, 2014, no. 3, pp. 140–149. In Rus.
9. Kaneva M.A. Public private partnership in the innovation activity of the universities in China. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: sotsialno-ekonomicheskiye nauki*, 2014, vol. 14, no. 1, pp. 69–80. In Rus.
10. Grishin A.I., Melnikov M.S., Stroganov I.A., Manteuffel E.A. Predposylki i perspektivy optimizatsii vzaimodeystviya vuzov i biznes-struktur v sovremennoy Rossii [Prerequisites and prospects for optimizing the interaction of universities and business structures in modern Russia]. *Aktualnye voprosy sovremennoy nauki*, 2015, no. 40, pp. 66–70.
11. Kutuzov V.M., Shestopalov M.Yu., Puzankov D.V., Shaposhnikov S.O. Experience of strategic partnership «University–Enterprise» for development of engineering staff training. *Engineering education*, 2011, no. 8, pp. 4–11. In Rus.
12. Kelchevskaya N.R., Srogovich M.I. *Development of a mechanism for the relationship between a university and an enterprise is an objective necessity of the 21st century* [Razrabotka mekhanizma vzaimosvyazi vuza i predpriyatiya – obyektivnaya neobkhodimost XXI veka]. Yekaterinburg, GOU USTU-UPI Publ., 2002. 112 p.
13. Bitner L.R., Zhidik Yu.S., Troyan P.E. Organizatsiya uchebno-issledovatel'skoy raboty v semestre dlya studentov, ne uchastvuyushchikh v gruppovom proyektnom obuchenii [Organization of educational and research work in the semester for students not participating in group project-based learning]. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii* [Proceedings of the International Scientific Methodological Conference]. Tomsk, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics Publ. House, 2022. P. 1, pp. 365–368.
14. Karansky V.V., Kryukova O.A., Troyan P.E., Savruk E.V. Nezavisimaya otsenka kachestva obrazovaniya cherez sistemu tsentrov otsenki kvalifikatsii [Independent assessment of the quality of education through the system of qualification assessment centers]. *Sovremennye tendentsii razvitiya nepreryvno-go obrazovaniya: vyzovy tsifrovoy ekonomiki. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii* [Modern trends in the development of lifelong education: challenges digital economy. Materials of the International Scientific and Methodological Conference]. Tomsk, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics Publ. House, 2020. pp. 142–144.

Received: 25 August 2022.

Reviewed: 28 November 2022.

УДК 37.013 (075.8)

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_9

## КАДРЫ ДЛЯ ИНЖИНИРИНГА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

**Гамукин Валерий Владимирович,**

кандидат экономических наук, профессор кафедры экономики и финансов,  
valgam@mail.ru

Тюменский государственный университет,  
Россия, 625003, г. Тюмень, ул. Володарского, 6.

Текущий этап реформы высшего инженерного образования должен органично соответствовать запросам национальной экономики с учетом внешних санкций и необходимости решения задачи обеспечения Россией своего технологического суверенитета. Актуальным является безусловное сохранение стандартов и свободы инженерного творчества, культуры производства, темпов интенсификации производственной деятельности. Это требует соответствующей модификации системы подготовки инженерных кадров с учетом достижения целей устойчивого развития, включающих экологическую, социальную и административную компоненты. В этой связи целью работы стал поиск проблем, препятствующих активному внедрению в систему подготовки будущих инженеров идеологии и принципов такого развития. С использованием методов сопоставления и ретроспективного анализа на основе проведенной оценки состояния практики включения проблематики устойчивого развития в инженерные образовательные программы ведущих вузов России выявлен ряд проблем. Это непропорциональное распределение вузов-победителей программы «Перспективные инженерные школы», в результате чего регионы с высокой экологической нагрузкой оказались представлены недостаточно. Наблюдается низкий уровень отражения проблематики устойчивого развития в программах вузов, получающих государственную бюджетную поддержку. Наличие у вузов международной рейтинговой оценки по критерию достижения целей устойчивого развития во многом носит формальный характер. Отрицательное влияние на процесс достижения целей устойчивого развития оказывает резкое снижение темпов обеспечения процесса подготовки инженеров научными кадрами высшей квалификации. Отмечена ограниченность спектра дисциплин, способствующих творческому осмыслению бакалаврами и магистрантами, обучающимися на инженерных специальностях, проблем устойчивого развития, и предложены варианты его расширения.

**Ключевые слова:** цели устойчивого развития (ЦУР), инженерное образование, перспективные инженерные школы, подготовка научных кадров, индивидуальный образовательный трек.

### Введение

Восстановление приоритета подготовки специалистов по инженерным специальностям становится сегодня одним из важнейших направлений очередного этапа реформы системы высшего образования. Можно наблюдать, что многолетнее увлечение социально-гуманитарными профессиями ослабло. Но не стоит за это благодарить саму систему образования. Она в основном реагирует на изменение потребностей общества. Очевидно, что переполнение рынка труда выпускниками вузов, не разбирающимися в производственных аспектах человеческой деятельности, неизбежно привело к потере интереса абитуриентов к специальностям, не имеющим значительных преимуществ в сравнительно недалеком будущем. На лидирующие позиции выходят специалисты сферы IT и тяготеющие к ней представители смежных профессиональных отраслей.

Дополнительной группой факторов стали внешние, связанные с осознанием проблемы

технологической, а значит, производственно-продуктовой самодостаточности национальной экономики. В рамках искусственно созданных внешних ограничений, продолжительность периода действия которых не прогнозируема, на первый план вышли знания, умения и навыки, не просто необходимые новым поколениям специалистов, но и способные встраиваться в цепочки создания стоимости необходимых обществу товаров, работ и услуг для полноценного удовлетворения внутреннего и внешнего потребления.

При этом речь никоим образом не должна идти о примитивизации производственной культуры или снижении стандартов производства в результате упрощения или банального удешевления продуктов инженерной мысли. Несмотря на то, что в сложившейся ситуации требуется создание производства многих благ для удовлетворения сформировавшихся потребностей буквально в авральном режиме, ориентация на упрощение и вульгаризацию не допустимы. Другими словами, потребители не

будут готовы согласиться с провалами в области потребительских свойств, безопасности или даже промышленного дизайна продукта, если отечественная инженерия окажется не способна поддерживать сформировавшиеся представления о качестве или комфорте потребления. Эти «упрощенные» продукты не только не смогут найти покупателя, что сделает их производство убыточным, но и сформируют негативное представление о всем национальном производстве<sup>1</sup>.

Выходом из ситуации будет являться безусловное сохранение (а в ряде случаев и повышение с учетом новых технологических возможностей) стандартов инженерного творчества, культуры производства, темпов интенсификации производственной деятельности, требующий соответствующей модификации системы подготовки инженерных кадров.

Важное место в системе ценностных ориентиров будущего инженера должно занимать глубокое понимание и приверженность целям устойчивого развития (ЦУР) [1]. Поскольку формулировки этих целей в области устойчивого развития имеют определенно лозунговый характер, они являются своеобразным призывом к действию для всех стран. Предполагается, что они согласны принимать меры по ликвидации бедности параллельно усилиям по наращиванию экономического роста и решению целого ряда вопросов в области образования, здравоохранения, социальной защиты и трудоустройства, а также в борьбе с изменением климата и защите окружающей среды. Это, в свою очередь, требует постановки вопросов о методическом и кадровом обеспечении, ключевое значение в решении которых остается за подготовкой и переподготовкой инженерных кадров.

Как нам представляется, весь спектр ЦУР сложно в краткие сроки интегрировать в существующую парадигму подготовки инженерных кадров. На текущем этапе<sup>2</sup> они скорее

решают пропагандистские задачи на уровне осмысления значимости нового понимания комплекса эколого-экономических и социально-политических задач, стоящих перед человечеством. Но наступает время для более значительных шагов для перехода от идеологии к реальной практике построения моделей общественного производства и социальной жизни в рамках не декларативного, а содержательного движения к достижению ЦУР.

Именно в этой прагматической плоскости должен лежать трансформационный переход к подготовке нового инженера как специалиста, нацеленного не только на реализацию своих профессиональных знаний, умений и навыков, но ориентированного на сопряжение своей текущей деятельности с ЦУР и их производными.

Разумеется, что достижение далеко не всех ЦУР полностью предопределено изменением отношения инженеров к форме и содержанию своей работы в той или иной области. По нашему мнению, среди всех 17 ЦУР в большей степени требуют соответствующего подкрепления со стороны инженерного корпуса только несколько, но именно они становятся ключевыми. Это ЦУР 2 «Ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности и улучшение питания, и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства», 6 «Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех», 7 «Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех», 9 «Создание стойкой инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям», 11 «Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов», 15 «Защита и восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное лесопользование, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биоразнообразия».

### Обзор литературы

Проблематика ЦУР нашла самое широкое освещение в научной литературе. Однако отечественных исследований в данной области не так много и по степени погружения в тему ЦУР в инженерной подготовке их можно разделить на следующие условные группы:

<sup>1</sup> Это, в свою очередь, чревато повторением эпохи брожения умов на закате СССР, когда массовое недовольство отечественной промышленной продукцией и ее дефицит привели к ажиотажному интересу не только к иностранной продукции как таковой, но и к западной идеологии, которая стала казаться обязательным условием достижения высокого уровня материального потребления.

<sup>2</sup> Этот этап уже растянулся на 30 лет, поскольку концепция устойчивого развития была провозглашена на уровне глав государств и правительств в далеком 1992 г. в г. Рио-де-Жанейро в рамках конференции ООН по окружающей среде и развитию [2. С. 16].

- Публикации, отражающие общее состояние инженерного образования без акцентирования внимания на ЦУР. Это достаточно многочисленная группа, и в данной статье мы рассмотрим лишь отдельные примеры.

Так, в работе [3] проведена характеристика социальных установок молодежи к получению инженерного образования, которая констатирует, что знания об инженерном образовании отражают лишь его самые общие черты. В значительной степени инженерная профессия ассоциируется с понятиями «точные науки», «работа руками», «особые качества ума» и «техника и механизмы». При этом задача выявления понимания того, что инженер своей деятельностью способен оказать позитивное влияние на достижение ЦУР, даже не ставится.

Сравнение подходов CDIO<sup>3</sup> и IGIP<sup>4</sup> к обучению инженеров, проведенное в работе [4], косвенно демонстрирует отсутствие вовлеченности будущих специалистов в решение задачи достижения ЦУР. При этом потенциал такого рода комбинации применительно именно к инженерному образованию нам представляется чрезвычайно высоким. Дополнительным аргументом для привлечения инженеров к осознанию своей роли в обеспечении устойчивого развития в будущем может служить пример инженерных династий, рассмотренный в работе [6], где авторы выделили основные мотивы поддержки профессиональных инженерных династий<sup>5</sup> в России: идеология; политическая и социальная целесообразность; экономическая целесообразность; трудовая целесообразность; стимулирующее поведение. Можно предположить, что в основу формирования инженерных династий вполне укладывается идеология устойчивого развития как условия передачи молодым инженерам ценностей сохранения социального, экономического и экологического баланса для будущих поколений.

<sup>3</sup> Предполагает включение в основные образовательные программы учебно-практических заданий-проектов или интегрированных учебно-практических заданий, имеющих междисциплинарное содержание; введение проблемного и проектного обучения.

<sup>4</sup> Предполагает, что будущий инженер должен обладать способностью к самообразованию и самоорганизации [4. С. 1401–1402]. Подробнее об этом в [5].

<sup>5</sup> Так, первый президент Академии наук СССР Александр Петрович Карпинский являлся представителем династии горных инженеров, которая за два века дала России 23 инженера [5, 6. С. 72].

- Публикации, посвященные ЦУР как таковым. Эта группа более представительна, принимая во внимание актуальность задачи достижения устойчивого развития. Поскольку спектр вопросов, затрагиваемых ЦУР, чрезвычайно широк, это нашло отражение в разнообразии поставленных исследовательских задач. Особенно эта тенденция прослеживается в зарубежных источниках. Так, вопросы ЦУР детально рассматриваются в общеметодологическом [7], корпоративном [8], пространственном [9], научно-техническом [10, 11], визионерском [12], прогностическом [13] и даже теоретико-математическом [14] аспектах.

Сегодня доминирует понятие тройной устойчивости, предполагающей экономическую устойчивость (подразумевает наличие такой системы производства, распределения и потребления продуктов и услуг, которая удовлетворяет текущим уровням потребления без ущерба для будущих потребностей), экологическую устойчивость (заключается в способности биосферы сохраняться и возвращаться в исходное состояние, испытывая влияние внутренних и внешних воздействий), социальную устойчивость (заключается в создании равных прав и возможностей для отдельных лиц, групп, организаций и сообществ в рамках существующих экологических и экономических ресурсов общества) [15. С. 142]. Достижение всех трех видов устойчивости без активной работы инженерной мысли невозможно.

Успешная попытка определить значимость устойчивого развития с позиции осмысления роли мировоззрения, культуры, профессиональной компетентности людей в решении и предотвращении локальных и глобальных экологических проблем предпринята в работе [2]. Важно отметить вывод об экологическом образовании, нацеленном, прежде всего, на формирование эколого-ориентированного мировоззрения как центрального, мотивационно-смыслового компонента экологического сознания и поведения личности. Такой подход отрывает простор для интеграции идеологии ЦУР в образовательный процесс.

В работе [16. С. 124] предложена общая схема устойчивого развития с детализацией роли: государства, создающего определенные рамки и правила экологически устойчивого развития и «зеленой» экономики; общества,

формирующего «запрос на экологию»; бизнеса, предлагающего решения, товары и услуги, отвечающие или не отвечающие экологическим требованиям общества. Однако и здесь не уделено внимание роли общества и бизнеса в части запроса на подготовку кадров для инжиниринга устойчивого развития.

В то же время большой фронт работы для потенциала инженерной мысли наблюдается в области зеленой логистики, включая не только традиционные проблемы загрязнения атмосферы автомобильными выхлопами, но и такое понятие, как Green Supply Chain Management (GSCM), включающий «зелёный» дизайн (проектирование), «зелёные» операции, обратную логистику, утилизацию отходов и «зелёное» производство [17. С. 201].

- Публикации, освещающие примеры интеграции ЦУР в образовательный процесс, включая инженерную подготовку. Научной проработке задачи внедрения ЦУР в образование уделяется значительно меньше внимания. Примеров практического внедрения идеологии устойчивого развития в работу учреждений высшего образования недостаточно. Несмотря на то, что внедрение принципов устойчивого развития в мировую систему высшего образования началось после публикации в 1987 г. доклада Всемирной комиссии ООН по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее» [18], за прошедшие 35 лет сделано немного. Исследователи справедливо отмечают необходимость практиковать комплексный подход, включающий устойчивый, или «зелёный», кампус, трансформацию системы управления, изменения в образовательном процессе и тематике научных исследований, интенсификацию взаимодействия с внешней средой (местными сообществами и общественными организациями, органами управления и бизнесом) [18. С. 53].

Любопытный пример практического использования принципов устойчивого развития в аспекте ресурсоэффективности показан в работе [19. С. 47], где рассматривается опыт внедрения в учебный процесс Томского политехнического университета дисциплин «Основы ресурсоэффективности», «Ресурсоэффективность отрасли» с целью формирования у выпускников университета компетенций в области эффективного использования ресурсов всех видов с ориентацией на сохра-

нение человеческой цивилизации при высоком качестве жизни человека.

В работе [20] констатируется, что понятие «зеленое профессиональное образование и обучение» прилагается только к среднему профессиональному образованию, а для высшей школы аналоги отсутствуют. Это объясняется в т. ч. непроработанностью данного вопроса на уровне высшего образования. Справедливо отмечается, что самая высокая потребность в интеграции «зеленых» умений нужна представителям таких профессий, как техник и инженер в области солнечной энергетики, эко-дизайнер, техник по биотопливу, техник по ветроэнергетике и т. д. [20. С. 31].

Пример удачного обобщения зарубежного опыта приведен в работе [21], где на базе 370 статей из базы данных Scopus, посвященных проблемам подготовки будущих инженеров ведущих зарубежных университетов, выявлен ряд инноваций в содержании программ высшего технического образования, среди которых первое место занимает внедрение в инженерные образовательные программы принципов устойчивого развития. В итоге отмечено, что зарубежные учёные выделяют четыре основных подхода к внедрению принципов устойчивости в учебный план университета: 1) освещение экологических проблем в традиционном модуле или курсе; 2) специальный курс или модуль по устойчивому развитию; 3) интеграция концепции устойчивого развития в преподаваемые курсы с учётом специфики конкретного вуза; 4) возможность получения новой специализации по проблемам устойчивого развития [21. С. 155].

Среди зарубежных публикаций мы отметим работу [22], посвященную анализу участия государственных высших учебных заведений Польши в продвижении ЦУР в эпоху социальных сетей. Это значимый пример, не только подчеркивающий важность доведения ЦУР до обучающихся, но и предлагающий современные каналы воздействия на молодое поколение будущих профессионалов. Кроме этого, вызывает интерес работа [23], в которой рассматриваются проблемы обучения с использованием ЦУР для разработки образовательных игр.

Оценивая современное проблемное поле инженерной подготовки в современной России невозможно обойти вниманием публикацию [24], где детально отражен комплекс из 10 проблем, включающий потерю инженер-

ным образованием решающей и всесторонней роли в развитии инженерного дела; быструю смену и даже исчезновение мировых и отечественных трендов подготовки современных инженеров; слабую связь инженерного образования с реальным сектором экономики; невысокую привлекательность инженерного образования и инженерной профессии для молодых людей; повышение требований к владению выпускниками современными цифровыми и информационными технологиями и т. д. [24. С. 97–99].

Принимая во внимание задачу достижения ЦУР, этот комплекс проблем может быть дополнен.

### Дополнительные проблемы

Программы подготовки с учетом данных ЦУР должны предполагать глубокое профессионально-ориентированное погружение будущих специалистов в свои отраслевые инженерные знания. При этом речь должна идти не только об отражении новых тенденций в области инженерной подготовки, но и о решении фундаментальной задачи встраивания этих целей в каждодневную работу инженера и в процесс инженерного творчества.

Насколько глубока интеграция передовых примеров инженерной подготовки и идеологии ЦУР, можно судить по проекту «Передовые инженерные школы»<sup>6</sup>, призванному в рамках других национальных проектов обеспечить высокопроизводительные экспортно-ориентированные секторы экономики страны высококвалифицированными кадрами для достижения технологической независимости. Наряду с этим, он нацелен на создание новейших видов высокотехнологичной продукции в партнерстве с высокотехнологичными компаниями Российской Федерации. Однако с точки зрения ЦУР его реализация имеет ряд проблем.

<sup>6</sup> Участниками федерального проекта «Передовые инженерные школы» в 2022 г. стали 30 российских университетов, которые в партнерстве с ведущими российскими компаниями разработают и реализуют в России новые методы и формы опережающей инженерной подготовки и переподготовки кадров для приоритетных областей технологического развития страны. Из 91 заявки, поданной на конкурс, эксперты отобрали 89 университетов из 45 регионов Российской Федерации. В итоге Совет по грантам на оказание государственной поддержки создания и развития передовых инженерных школ определил 30 университетов, которые получат одинаковые суммы на реализацию своих программ.

*Проблема 1.* Непропорциональное распределение вузов-победителей по регионам России.

В итоге в проект оказались вовлечены вузы из 16 городов (табл. 1). Остались не представленными агломерации, где исторически сложились инженерные школы в крупных производственных комплексах и при этом имеются значительные проблемы с достижением всех обозначенных выше ЦУР, включая экологические (Челябинск, Омск, Красноярск, Иркутск, Комсомольск-на-Амуре, Волгоград, Липецк, Белгород, Калуга, Ярославль, Саратов, Ижевск и т. д.).

*Проблема 2.* Практически полное отсутствие отражения проблематики ЦУР в программах университетов-победителей.

Из 30 проектов 24 вообще не упоминают устойчивое развитие в контексте ЦУР. В 5 проектах такой акцент просматривается (табл. 2). И, наконец, всего 1 (!) проект в значительной степени опирается на идеологию устойчивого развития и предполагает достижение 3 ЦУР из 17.

При этом 18 вузов из 30 имеют позиции в мировом рейтинге, оценивающем усилия вузов по соответствию ЦУР, что означает их готовность не только воспринимать идеологию устойчивого развития, но и прилагать собственные усилия для его достижения. Вузы, акцентировавшие в своих программах внимание на устойчивом развитии, все имеют рейтинг, кроме Томского государственного университета, который, очевидно, будет там представлен по мере реализации своей программы.

В итоге все программы 30 вузов можно разделить на 4 категории: «Не вовлечены в достижение ЦУР» – не имеют рейтинга и не акцентированы на устойчивое развитие – 11 вузов; «Не оценившие значимость ЦУР» – имеют рейтинг, но не акцентированы на ЦУР – 13 вузов; «Оценившие значимость ЦУР» – не имеют рейтинга, но акцентированы на ЦУР – 1 вуз; «Вовлеченные в достижение ЦУР» – имеют рейтинг и акцентированы на ЦУР – 5 вузов. Увы, численный перевес за первыми двумя оппортунистическими категориями.

*Проблема 3.* Равенство сумм при неравенстве программ.

Победители получают<sup>7</sup> в 2022 г. одинаковые суммы по 84566660 р., включая средства

<sup>7</sup> Общая сумма на все перспективные инженерные школы в 2022 г. составляет чуть больше 2,5 млрд р., что сопоставимо со стоимостью пары просторных квартир в центре Москвы.

**Таблица 1.** Перечень университетов, рекомендованных для предоставления гранта в 2022 г.  
**Table 1.** List of universities recommended for grant in 2022

Наименование вуза University name	Федеральный округ Federal district	Город City
РНИМУ им. Н.И. Пирогова Pirogov Russian National Research Medical University	Центральный Central	Москва Moscow
МФТИ/МИРТ		
МГТУ им. Н.Э. Баумана/Bauman University		
Московский авиационный институт/Moscow Aviation Institute		
НИТУ «МИСиС»/MISIS		
РХТУ им. Д.И. Менделеева Mendeleev University of Chemical Technology of Russia		
Сеченовский Университет/Sechenov University		Воронеж Voronezh
Воронежский ГАУ Voronezh State Agrarian University		
Университет ИТМО/ITMO	Северо-Западный Northwestern	Санкт-Петербург St. Petersburg
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University		
Санкт-Петербургский Государственный Морской Технический Университет/SMTU		
Псковский государственный университет/Pskov State University		
Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого Yaroslav the Wise Novgorod State University		Псков/Pskov
Южный федеральный университет/Southern Federal University	Южный Southern	Ростов-на-Дону Rostov-on-Don
Донской государственный технический университет Don State Technical University		
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev	Приволжский Volga	Нижний Новгород Nizhny Novgorod
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod		
Самарский университет/Samara University		Самара/Samara
Самарский государственный медицинский университет Samara State Medical University		
Казанский национальный исследовательский технологический университет Kazan National Research Technological University		Казань/Kazan
Казанский федеральный университет/Kazan Federal University		
Уфимский государственный авиационный технический университет Ufa State Aviation Technical University		Уфа/Ufa
Пермский национальный исследовательский политехнический университет Perm National Research Polytechnic University		Пермь/Perm
АНО ВО «Университет Иннополис» Innopolis University	Иннополис Innopolis	
Уральский федеральный университет Ural Federal University	Уральский Ural	Екатеринбург Yekaterinburg
Томский политехнический университет National Research Tomsk Polytechnic University	Сибирский Siberian	Томск/Tomsk
Томский государственный университет National Research Tomsk State University		
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics		
Новосибирский государственный университет Novosibirsk State University		Новосибирск Novosibirsk
Дальневосточный федеральный университет Far Eastern Federal University	Дальневосточный Far Eastern	Владивосток Vladivostok

Источник: [25]/Source: [25].

**Таблица 2.** Отражение проблематики устойчивого развития в программах перспективных инженерных школ с учетом места вузов в рейтинге Times Higher Education Impact Rankings, где они оцениваются по ЦУР  
**Table 2.** Reflection of sustainable development issues in the programs of promising engineering schools, taking into account the place of universities in the Times Higher Education Impact Rankings, where they are assessed according to sustainable development goals (SDGs)

Наименование вуза University name	Акцентирование программы на проблематике устойчивого развития Focusing the program on sustainable development	Место в рейтинге России Place in the rating of Russia	Место в рейтинге в мире Ranking in the world
МФТИ MIPT	Предусматривает создание, производство и внедрение программно-аппаратных комплексов для мониторинга и охраны окружающей среды с использованием комплекса космических средств, беспилотных авиационных систем Provides for the creation, production and implementation of software and hardware systems for monitoring and protecting the environment using a set of space assets, unmanned aerial systems	10	401–600
Донской государственный технический университет Don State Technical University	Упомянуто снижение уровня бедности за счет создания устойчивых продовольственных систем на основе развития материально-технических ресурсов для производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия (основная задача Доктрины продовольственной безопасности РФ) They mention reducing poverty through the creation of sustainable food systems based on the development of material and technical resources for the production of agricultural products, raw materials and food (the main task of the Food Security Doctrine of the Russian Federation)	35	801–1000
Казанский национальный исследовательский университет Kazan National Research Technological University	Самое глубокое погружение в проблематику устойчивого развития. Поставлена задача формирования актуальной научно-исследовательской и образовательной повестки, ориентированной на новые рынки химической и сопряженной продукции и услуг, соответствующей технологическим вызовам и кадровым потребностям в рамках химической макротехнологии, в международной интеграции в области целей устойчивого развития ООН. Предполагается, что Школа будет включена в реализацию 3 целей устойчивого развития ООН, а именно: Цель 4: Обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех, Цель 12: Обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства. Цель 13: Принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями (к 2030 году) The deepest dive into the issues of sustainable development. The task was set to form an up-to-date research and educational agenda focused on new markets of chemical and related products and services, corresponding to technological challenges and staffing needs in the framework of chemical macrotechnology, in international integration in the field of the UN sustainable development goals. It is assumed that the School will be included in the implementation of 3 UN Sustainable Development Goals, namely: Goal 4: Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all, Goal 12: Ensure the transition to sustainable consumption and production patterns. Goal 13: Take urgent action to combat climate change and its impacts (by 2030)	61	1001+
Томский политехнический университет National Research Tomsk Polytechnic University	Акцент на устойчивой энергетике Focus on sustainable energy	30	601–800



Томский государственный университет National Research Tomsk State University	Акцент на решении тройной проблемы мира: а) обеспечить спрос на качественные продукты со стороны растущего и богатеющего населения; б) справиться с проблемой голода бедного населения; в) сохранить окружающую среду при устойчивом развитии Emphasis on solving the triple problem of peace: a) to ensure the demand for quality products from a growing and wealthier population; b) cope with the problem of hunger among the poor; c) preserve the environment with sustainable development	нет	нет
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics	Целью реализации программы развития является создание национального центра прорывных научных исследований, разработок и подготовки инженерных кадров для радиоэлектронной и ракетно-космической отраслей экономики РФ, обеспечивающего условия для устойчивого развития и глобальной конкурентоспособности отечественных высокотехнологических компаний Purpose of the development program is to create a national center for breakthrough research, development and training of engineering personnel for the radio-electronic and rocket-space industries of the Russian economy, providing conditions for sustainable development and global competitiveness of domestic high-tech companies	51	801–1000

Источник: [25, 26]/Source: [25, 26].

на обеспечение повышения квалификации и (или) профессиональной переподготовки, в том числе в форме стажировки на базе высокотехнологических компаний для профессорско-преподавательского состава и управленческих команд передовых инженерных школ, а также образовательных организаций высшего образования, реализующих образовательные программы инженерного профиля; на обеспечение прохождения практик и стажировок, в том числе в формате работы с наставниками, для талантливых студентов лучших магистерских программ<sup>8</sup>; на поддержку программы развития передовых инженерных школ.

Наше предложение предполагает постановку более амбициозных задач. Так, количество таких школ должно быть не менее 100 при условии финансирования каждой не менее 100 млн р. в год. Но в таком случае каждая школа должна обеспечить выпуск магистрантов по передовым инженерным направлениям подготовки в количестве не менее 100 человек за 2 года при их трудоустройстве по специальности на заработную плату не менее 100 тыс. р. в месяц. В этих цифрах отражается все – и потенциал масштаба развития инженерной мысли в России, и серьезность отношения государства к суммам поддержки, и насыщение рынка достаточным количеством

специалистов, и, наконец, их востребованность рынком труда с точки зрения реальной перспективности полученного инженерного образования.

*Проблема 4.* Кратное снижение темпов обеспечения процесса подготовки инженеров научными кадрами.

Эта проблема затронула практически все научные специальности (табл. 3), но в контексте обсуждаемой темы особенную обеспокоенность вызывает резкое сокращение научного подкрепления инженерной подготовки (табл. 4). В отличие от отмеченных выше проблем, которые можно решить достаточно оперативно соответствующим расширением масштабов программы передовых инженерных школ и пропорциональным увеличением финансирования, решение данной проблемы требует значительно большего времени. Для формирования стабильного притока новых научных кадров, способных не только обучать будущих инженеров, но и обеспечивать научное сопровождение решения задачи достижения ЦУР, потребуется от 5 до 10 лет с учетом периодов подготовки и защиты диссертаций, и простым добавлением бюджетных денег этот процесс не ускорить. В этой ситуации предлагаемая инициатива<sup>9</sup> Минобрнауки

<sup>8</sup> Отдельно следует отметить недостаточность суммы (всего по 400000 р. на вуз) на практику обучающихся магистрантов – обеспечение прохождения практик и стажировок, в том числе в формате работы с наставниками, для талантливых студентов лучших магистерских программ («Технологическая магистратура»).

<sup>9</sup> Суть предложения заключается в замене защиты диссертации на защиту доклада на основе ранее опубликованных научных статей (минимум пяти в изданиях, которые относятся к первому или второму квартилю, или в журналах, которые индексируются RSCI). Чиновники считают, что это будет стимулировать аспирантов закончить исследования в срок обучения [27].

**Таблица 3.** Численность, прием и выпуск из аспирантуры и докторантуры (чел.)  
**Table 3.** Number, admission and graduation from postgraduate and doctoral studies (people)

Период Period	Численность на конец каждого отчетного года Number at the end of each reporting year	Прием в каждом отчетном году Admission in each reporting year	Выпуск в отчетном году Graduation in the reporting year	
			всего total	из него с защитой диссертации of which with a dissertation defense
Аспирантура/Postgraduate studies				
2010–2015 гг.	822276	254295	190839	47260
2016–2021 гг.	544870	160124	105526	12622
Докторантура/Doctorate				
2010–2015 гг.	23317	7145	8052	1847
2016–2021 гг.	5894	2176	2978	530

Источник: [28]/Source: [28].

**Таблица 4.** Выпуск из докторантуры по научным специальностям инженерного профиля с защитой диссертации (чел.)  
**Table 4.** Graduation from doctoral studies in the scientific specialties of engineering with the defense of a dissertation (people)

	2018	2019	2020	2021	Итого Total
Всего, в т. ч. по научным специальностям Total, including by scientific specialties:	22	19	21	19	81
Информатика, вычислительная техника и управление Informatics, Computer Engineering and Control	7	5	3	4	19
Химическая технология/Chemical Technology	1	2	2	2	7
Науки о Земле/Earth sciences	2	1	3	1	7
Строительство и архитектура/Construction and architecture	1	1	0	4	6
Машиностроение и машиноведение Mechanical engineering and machine science	1	1	3	0	5
Электротехника/Electrical engineering	1	3	1	0	5
Транспорт/Transport	1	1	2	1	5
Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы Instrumentation, metrology and information-measuring instruments and systems	2	1	1	0	4
Радиотехника и связь/Radio engineering and communications	1	3	0	0	4
Технология продовольственных продуктов/Food technology	1	0	1	2	4
Процессы и машины агроинженерных систем Processes and machines of agro-engineering systems	0	0	2	2	4
Механика/Mechanics	2	0	0	0	2
Инженерная геометрия и компьютерная графика Engineering geometry and computer graphics	1	0	1	0	2
Транспортное, горное и строительное машиностроение Transport, mining and construction engineering	1	0	0	1	2
Металлургия и материаловедение/Metallurgy and materials science	0	0	0	2	2
Энергетика/Energy	0	1	0	0	1
Технология, машины и оборудование лесозаготовок, лесного хозяйства, деревопереработки и химической переработки биомассы дерева Technology, machinery and equipment for logging, forestry, wood processing and chemical processing of wood biomass	0	0	1	0	1
Электроника/Electronics	0	0	1	0	1
Математика; Астрономия; Кораблестроение; Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение; Авиационная и ракетно-космическая техника Maths; Astronomy; Shipbuilding; Energy, metallurgical and chemical engineering; Aviation and rocket and space technology	0	0	0	0	0

Источник: [28]/Source: [28].

России освободить аспирантов технических и естественных отраслей науки от написания диссертаций выглядит как еще один шаг к деградации научной квалификации. Стремление регулятора повысить показатели успешности выпуска из аспирантуры в итоге приведет к снижению планки требований не только для будущих инженеров, но и для будущих ученых, которые должны будут готовить специалистов в ближайшие годы.

Основным драйвером научного развития в последние годы стала научная специальность «Информатика, вычислительная техника и управление»<sup>10</sup>, обеспечившая почти четверть числа докторских защит. Но по остальным специальностям ситуация удручающая. Особенную обеспокоенность вызывает последняя строка табл. 4, поскольку по важнейшим для России отраслям, перспективное развитие которых во многом должно определяться опережающей научной поддержкой, вообще прекратился процесс пополнения высококвалифицированными научными кадрами.

*Проблема 5.* Узость диапазона дисциплин, обеспечивающих достижение ЦУР.

В основном это отдельные модули или темы в дисциплинах профессионального блока. В то же время есть примеры активно расширения диапазона такого рода дисциплин. Так, например, в Тюменском государственном университете, который не является инженерным вузом, среди 631 дисциплины, предлагаемой на выбор студентам в рамках индивидуального образовательного трека<sup>11</sup>, тематику ЦУР предусматривают сразу 26 дисциплин: «Биоразнообразие и устойчивое развитие», «Корпоративная социальная ответственность и международная конкурентоспособность», «Корпоративные стратегии ESG», «Основы

экологии», «Основы экосистемного дизайна», «Особенности природоохранного регулирования в США», «Политическая экология», «Практические методы экологического мониторинга и контроля», «Природоохранная политика и устойчивое развитие», «Экологическая и климатическая политика в действии: практический курс», «Экологические вызовы и благосостояние человечества», «Экологические проблемы биосферы», «Экологические проблемы Тюменского региона: мифы и реальность», «Экологический маркетинг», «Экологический урбанизм», «Экология города», «Экология человека», «Я – экопотребитель», «Взаимодействие общества и окружающей среды», «Функционирование природных систем», «Человек и природно-техногенная среда», «Охрана природы и рациональное природопользование», «Биосфера как среда жизни», «Экономика неравенства в современном мире», «Современные проблемы экологии и природопользования», «Циркулярная экономика».

Такое насыщение позволяет не только привлечь внимание обучающихся инженеров к проблематике ЦУР, но и способствует их вовлечению в практическую реализацию их достижения в рамках своей будущей профессиональной деятельности.

### Заключение

Выявленные дополнительные проблемы инженерной подготовки в аспекте устойчивого развития не являются неразрешимыми. Действующим и потенциальным акторам следует акцентировать больше внимание на них. Ключевая роль должна быть отведена самим техническим вузам, не только осознающим ценность ЦУР в рамках формальных рейтингов, но и способным сформировать соответствующее ценностное представление у новых поколений специалистов, сориентированных на достижение этих целей в рамках своей будущей профессиональной деятельности. Глубокое погружение инженеров в проблематику ЦУР на многие годы будет способствовать достижению этих целей, а значит, устойчивому развитию всего человечества.

10 В то же время выпуск из аспирантуры по направлению подготовки «Информационная безопасность» за 2019–2021 гг. составил немногочисленные 115 чел. Из них регионы, представленные вузами-победителями проекта «Передовые инженерные школы», обеспечили выпуск 90 чел. (г. Москва – 37, г. Санкт-Петербург – 35, Ростовская область – 8, Республика Башкортостан – 4, Свердловская область – 4, Томская область – 2).

11 Подробнее об этой форме организации учебного процесса в [29, 30].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 17 целей для преобразования нашего мира // ООН. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (дата обращения: 14.08.2022 г.)
2. Гагарин А.В. Концепция устойчивого развития: мировоззрение, культура, компетентность (психолого-акмеологический аспект) // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: психология и педагогика. – 2011. – № 1. – С. 16–22.
3. Алтунина В.В., Мычко Е.И., Панькина И.Ю. Социальные установки современной молодежи к получению инженерного образования // Перспективы науки и образования. – 2022. – № 1 (55). – С. 491–507. DOI: 10.32744/pse.2022.1.31
4. Далингер В.А., Моисеева Н.А., Полякова Т.А. Взаимная интеграция информационно-математической подготовки инженеров в эпоху цифровизации // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2021. – Т. 14. – № 9. – С. 1399–1419. DOI: 10.17516/1997-1370-0772
5. Кубрушко П.Ф., Назарова Л.И., Еприкян Д.О. Международное общество по инженерной педагогике: история и тенденции развития // Агроинженерия. – 2021. – № 3 (103). – С. 80–84. DOI: 10.26897/2687-1149-2021-3-80-84
6. Мансуров В.А., Иванова Е.Ю. Инженерные династии в России в контексте модернизационных изменений // Вестник РФФИ. Гуманитарные и общественные науки. – 2019. – № 1. – С. 62–75. DOI: 10.22204/2587-8956-2018-093-04-62-75
7. Wignyo A. The progress of the SDGs research // The Journal of Indonesia Sustainable Development Planning. – 2022. – № 3 (2). – P. 1–3. DOI: 10.46456/jisdep.v3i2.337
8. Ikuta T., Fujii H. An analysis of the progress of Japanese companies' commitment to the SDGs and their economic systems and social activities for communities // Sustainability. – 2022. – № 14. – P. 4833–4901. DOI: 10.3390/su14084833
9. Seven steps to strategic SDG sensemaking for cities / V. Taajamaa, J. Minna, K. Barbara, B. Luis // Administrative Sciences. – 2022. – № 12. – P. 33–50. DOI: 10.3390/admsci12010033
10. Leal Filho W., Vidal D.G., Chen C. An assessment of requirements in investments, new technologies, and infrastructures to achieve the SDGs // Environmental Sciences Europe. – 2022. – № 34. – P. 58–77. DOI: 10.1186/s12302-022-00629-9
11. The key role of renewable energy consumption, technological innovation and institutional quality in formulating the SDG policies for emerging economies: Evidence from quantile regression / L. Haibing, A. Ahsan, R. Asif, Y. Lei // Energy Reports. – 2022. – V. 8. – P. 11810–11824. DOI: 10.1016/j.egy.2022.08.231
12. Islam M.F., Awal M.R., Zaman R. The Concurrent Journey of Sustainable Development Goals (SDGs) and Fourth Industrial Revolution (4IR): Paradoxical or Parallel? // SDMIMD Journal of Management. – 2022. – № 13 (1). – P. 61–74. DOI: 10.18311/sdmimd/2022/29193
13. Pakkan S., Sudhakar C., Tripathi S. A correlation study of sustainable development goal (SDG) interactions // Qual Quant. – 2022. – № 6. – P. 1–20. DOI: 10.1007/s11135-022-01443-4
14. Domínguez-González R., Delgado-Martín L. Arousing early strategic thinking about SDGs with real mathematics problems // Mathematics. – 2022. – № 10. – P. 1446–1469. DOI: 10.3390/math10091446
15. Майорова Т.В., Пономарева О.С., Павлова И.Е. Устойчивое развитие предприятий металлургической отрасли: аспекты, критерии, индикаторы // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2022. – Т. 20. – № 2. – С. 140–147. DOI: 10.18503/1995-2732-2022-20-2-140-147
16. Кирюшин П.А. Факторы экологически устойчивого развития и «зеленой» экономики в России // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. – 2019. – № 1. – С. 122–138.
17. Осинцев Н.А., Рахмангулов А.Н., Багинова В.В. Инновации в области зелёной логистики // Мир транспорта. – 2018. – Т. 16. – № 3 (76). – С. 220–234. DOI: 10.6084/m9.figshare.14134265.v1
18. Устойчивое развитие университетов: мировые и российские практики / Т.Н. Гаврильева, А. Сугимото, М. Фуджи, Р. Яманака, Г.Н. Павлов, Д.А. Кириллин // Высшее образование в России. – 2018. – Т. 27. – № 7. – С. 52–65. DOI: 10.31992/0869-3617-2018-27-7-52-65
19. Дульзон А.А., Петровская Т.С., Ушаков В.Я. «Основы ресурсоэффективности» – новая дисциплина в учебных планах ТПУ // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 320. – № 6. – С. 47–50.
20. Муравьева А.А. Олейникова О.Н. Трансформация образовательной парадигмы в условиях формирования «зеленой» экономики // Образование и наука. – 2016. – № 8 (137). – С. 23–37. DOI: 10.17853/1994-5639-2016-8-23-37
21. Топоркова О.В. О содержании программ высшего технического образования: современные тенденции (обзор) // Высшее образование в России. – 2020. – Т. 29. – № 3. – С. 153–167. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-3-153-167
22. Pietrzak P. The involvement of public Higher Education Institutions (HEIs) in Poland in the promotion of the Sustainable Development Goals (SDGs) in the age of social media // Information. – 2022. – № 13. – P. 473–490. DOI: 10.3390/info13100473

23. Implementation of design based learning for the development of SDGs educational games / N. Maharjan, K. Kuroda, G. Silwal, S. Toyama, Y. Ominato, Y. Tsuchida, N. Araki, T. Yamaguchi, M. Ichitsubo // Journal of Technology and Science Education. – 2022. – № 12 (2). – P. 496–509. DOI: 10.3926/jotse.1578
24. Похолков Ю.П. Инженерное образование России: проблемы и решения. Концепция развития инженерного образования в современных условиях // Инженерное образование. – 2021. – № 30. – С. 96–107. DOI: 10.54835/18102883\_2021\_30\_9
25. Подведены итоги отбора в федеральный проект «Передовые инженерные школы» // Минобрнауки России. URL: <https://engineers2030.ru/press/news/2032/> (дата обращения 20.09.2022).
26. Impact Rankings 2022 // Times Higher Education. URL: [https://www.timeshighereducation.com/rankings/impact/2022/overall#!/page/0/length/-1/locations/RUS/sort\\_by/rank/sort\\_order/asc/cols/undefined](https://www.timeshighereducation.com/rankings/impact/2022/overall#!/page/0/length/-1/locations/RUS/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/undefined) (дата обращения: 04.09.2022).
27. Доклад на соискание степени // Коммерсантъ. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5595956> (дата обращения: 07.10.2022).
28. Наука, инновации и технологии // Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science> (дата обращения 10.09.2022).
29. Разработка модели создания индивидуальных образовательных траекторий в инженерном образовании / Н.И. Наумкин, В.А. Агеев, А.Э. Садиева, А.В. Анохин, Н.Н. Шекшаева, Е.В. Забродина // Интеграция образования. – 2021. – Т. 25. – № 3. – С. 513–531. DOI: 10.15507/1991-9468.104.025.202103.513–531
30. Гамукин В.В. Индивидуальные образовательные маршруты в вузе // Инженерное образование. – 2019. – № 25. – С. 27–36.

Дата поступления: 08.10.2022 г.

Дата принятия: 20.12.2022 г.

UDC 37.013 (075.8)

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_9

## EMPLOYEES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT ENGINEERING

**Valery V. Gamukin,**  
Cand. Sc., professor,  
valgam@mail.ru

Tyumen State University,  
6, Volodarskiy street, Tyumen, 625003, Russia.

The current stage of higher engineering education reform should organically comply with the needs of the national economy, taking into account external sanctions and the need to solve the problem of ensuring Russia's technological sovereignty. The unconditional preservation of standards and freedom of engineering creativity, culture of production, the pace of intensification of production activities is relevant. This requires an appropriate modification of the engineering training system, taking into account the achievement of sustainable development goals, including environmental, social and administrative components. In this regard, the purpose of the work is to find problems that prevent the active introduction of ideology and principles of such development into the training system for future engineers. Using the methods of comparison and retrospective analysis based on the assessment of the state of practice of inclusion of sustainable development issues in the engineering educational programs of leading Russian universities, a number of problems were identified. This is a disproportionate distribution of the winning universities of the Promising Engineering Schools program, as a result of which regions with a high environmental load were not represented enough. There is a low level of reflection of the issues of sustainable development in the programs of universities receiving state budgetary support. Universities have an international rating on the criterion for achieving sustainable development goals is largely formal. The process of achieving sustainable development goals is adversely affected by a sharp decrease in the pace of ensuring the process of training engineers with highly qualified scientists. The limited range of disciplines contributing to creative comprehension by bachelors and master's students studying in engineering specialties, problems of sustainable development were noted and options for its expansion were proposed.

**Key words:** sustainable development goals (SDGs), engineering education, promising engineering schools, training of scientific personnel, individual educational track.

## REFERENCES

1. 17 tseley dlya preobrazovaniya nashego mira [17 goals to transform our world]. *OON*. Available at: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (accessed: 14 August 2022).
2. Gagarin A.V. The sustainable development concept: outlook, culture, competence (psychology and acmeology aspects). *RUDN Journal of psychology and pedagogics*, 2011, no. 1, pp. 16–22. In Rus.
3. Altunina V.V., Mychko E.I., Pankina I.U. Social attitudes of today's youth towards receiving engineering education. *Perspectives of Science and Education*, 2022, no. 1 (55), pp. 491–507. In Rus. DOI: 10.32744/pse.2022.1.31
4. Dalinger V.A., Moiseeva N.A., Polyakova T.A. Mutual integration of information and mathematical training for engineers in the digitization era. *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*, 2021, vol. 14, no. 9, pp. 1399–1419. DOI: 10.17516/1997-1370-0772
5. Kubrushko P.F., Nazarova L.I., Eprikyan D.O. International society for engineering pedagogy: history and development trends. *Agricultural Engineering*, 2021, no. 3 (103), pp. 80–84. In Rus. DOI: 10.26897/2687-1149-2021-3-80-84
6. Mansurov V.A., Ivanova E.Yu. Russian engineering dynasties in the light of modernizational changes. *Russian Foundation for Basic Research Journal. Humanities and social sciences*, 2019, no. 1, pp. 62–75. In Rus. DOI: 10.22204/2587-8956-2018-093-04-62-75
7. Wignyo A. The progress of the SDGs research. *The Journal of Indonesia Sustainable Development Planning*, 2022, no. 3 (2), pp. 1–3. DOI: 10.46456/jisdep.v3i2.337
8. Ikuta T., Fujii H. An analysis of the progress of Japanese companies' commitment to the SDGs and their economic systems and social activities for communities. *Sustainability*, 2022, no. 14, pp. 4833–4901. DOI: 10.3390/su14084833
9. Taajamaa V., Minna J., Barbara K., Luis B. Seven steps to strategic SDG sensemaking for cities. *Administrative Sciences*, 2022, no. 12, pp. 33–50. DOI: 10.3390/admsci12010033
10. Leal Filho W., Vidal D.G., Chen C. An assessment of requirements in investments, new technologies, and infrastructures to achieve the SDGs. *Environmental Sciences Europe*, 2022, no. 34, pp. 58–77. DOI: 10.1186/s12302-022-00629-9

11. Haibing L., Ahsan A., Asif R., Lei Y. The key role of renewable energy consumption, technological innovation and institutional quality in formulating the SDG policies for emerging economies: Evidence from quantile regression. *Energy Reports*, 2022, vol. 8, pp. 11810–11824. DOI: 10.1016/j.egy.2022.08.231
12. Islam M.F., Awal M.R., Zaman R. The concurrent journey of Sustainable Development Goals (SDGs) and fourth Industrial Revolution (4IR): paradoxical or parallel? *SDMIMD Journal of Management*, 2022, no. 13 (1), pp. 61–74. DOI: 10.18311/sdmimd/2022/29193
13. Pakkan S., Sudhakar C., Tripathi S. A correlation study of sustainable development goal (SDG) interactions. *Qual Quant.*, 2022, no. 6, pp. 1–20. DOI: 10.1007/s11135-022-01443-4
14. Domínguez-González R., Delgado-Martín L. Arousing early strategic thinking about SDGs with real mathematics problems. *Mathematics*, 2022, no. 10, pp. 1446–1469. DOI: 10.3390/math10091446
15. Maiorova T.V., Ponomareva O.S., Pavlova I.E. Sustainable development of metallurgical enterprises: aspects, criteria, indicators. *Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University*, 2022, vol. 20, no. 2, pp. 140–147. In Rus. DOI: <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2022-20-2-140-147>
16. Kiryushin P.A. Factors of environmentally sustainable development and green economy in Russia. *Moscow University Economics Bulletin*, 2019, no. 1, pp. 122–138. In Rus.
17. Osintsev N., Rakhmangulov A.N., Baginova V.V. Innovations in the sphere of green logistics. *World of Transport and Transportation Journal*, 2018, vol. 16, no. 3 (76), pp. 220–234. DOI: 10.6084/m9.figshare.14134265.v1
18. Gavrilyeva T.N., Sugimoto Atsuko, Masahiko Fujii, Ryo Yamanaka, Pavlov G.N., Kirillin D.A. Sustainable development of universities: International and Russian practices. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2018, vol. 27, no. 7, pp. 52–65. In Rus. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2018-27-7-52-65>
19. Dulzon A.A., Petrovskaya T.S., Ushakov V.Ya. «Osnovy resursoeffektivnosti» – novaya distsiplina v uchebnykh planakh TPU [«Fundamentals of Resource Efficiency» is a new discipline in the TPU curricula]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta*, 2012, vol. 320, no. 6, pp. 47–50.
20. Muravyeva A.A., Oleynikova O.N. Educational paradigm transformation in the context of green economy. *The Education and science journal*, 2016, no. 8 (137), pp. 23–37. In Rus. DOI: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2016-8-23-37>
21. Toporkova O.V. On the content of higher technical education curricula abroad: current trends (review). *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2020, vol. 29, no. 3, pp. 153–167. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-3-153-167>
22. Pietrzak P. The involvement of public Higher Education Institutions (HEIs) in Poland in the promotion of the Sustainable Development Goals (SDGs) in the age of social media. *Information*, 2022, no. 13, pp. 473–490. DOI: 10.3390/info13100473
23. Maharjan N., Kuroda K., Silwal G., Toyama S., Ominato Y., Tsuchida Y., Araki N., Yamaguchi T., Ichitsubo M. Implementation of design based learning for the development of SDGs educational games. *Journal of Technology and Science Education*, 2022, no. 12 (2), pp. 496–509. DOI: 10.3926/jotse.1578
24. Pokholkov Yu.P. Engineering education in Russia: problems and solutions. The concept of development of engineering education in modern conditions. *Engineering education*, 2021, no. 30, pp. 96–107. DOI: 10.54835/18102883\_2021\_30\_9
25. Podvedeny itogi otbora v federalny proyekt «Peredovye inzhenernyye shkoly» [The results of the selection for the federal project «Advanced Engineering Schools» have been summed up]. *Minobrnauki Rossii*. Available at: <https://engineers2030.ru/press/news/2032/> (accessed 20 September 2022).
26. Impact Rankings 2022. *Times Higher Education*. Available at: [https://www.timeshighereducation.com/rankings/impact/2022/overall#!/page/0/length/-1/locations/RUS/sort\\_by/rank/sort\\_order/asc/cols/undefined](https://www.timeshighereducation.com/rankings/impact/2022/overall#!/page/0/length/-1/locations/RUS/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/undefined) (accessed: 4 September 2022).
27. Doklad na soiskanie stepeni [Report for the degree]. *Kommersant*. Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/5595956> (accessed: 07 October 2022).
28. Nauka, innovatsii i tekhnologii [Science, innovations and technologies]. *Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki* [Federal service of State statistics]. Available at: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science> (accessed: 10 September 2022).
29. Naumkin N.I., Ageev V.A., Sadiyeva A.E., Anokhin A.V., Shekshaeva N.N., Zabrodina E.V. Development of a model for individual educational pathways in engineering education. *Integratsiya obrazovaniya*, 2021, vol. 25, no. 3, pp. 513–531. In Rus. DOI: <https://doi.org/10.15507/1991-9468.104.025.202103.513-531>
30. Gamukin V.V. Individual educational routes in higher education institution. *Engineering education*, 2019, no. 25, pp. 27–36. In Rus.

Received: 08 October 2022.

Reviewed: 20 December 2022.

УДК 378

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_10

## МЕЖДУНАРОДНАЯ СЕТЕВАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА iPET ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ПРОГРАММ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОФИЛЯ: ОПЫТ ПИЛОТНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ В ТОМСКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

**Пономарева Ольга Михайловна,**

кандидат исторических наук, доцент, Учебно-научный центр «Организация и технологии высшего профессионального образования»,  
vom@tpu.ru

**Гиниятова Елена Владимировна,**

кандидат философских наук, доцент, Учебно-научный центр «Организация и технологии высшего профессионального образования»,  
evg@tpu.ru

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

Сегодня на преподавателях инженерных программ лежит большая ответственность за будущее российских инженеров. Это требует от них идти в ногу со временем, следить за последними мировыми тенденциями в области образования и инженерии, внедрять новые технологии в образовательный процесс. С этой целью в 2018 г. Европейской комиссией был одобрен международный проект Erasmus+ENTER (EngineeriNg educaTors rEdagogical tRaining), в рамках которого европейскими, российскими и казахстанскими участниками была разработана многоуровневая модульная система педагогической подготовки преподавателей программ инженерного профиля на основе международного сетевого сотрудничества. В ходе проекта было реализовано несколько этапов: определены стейкхолдеры образовательной программы и их интересы, сформирован перечень необходимых компетенций и дисциплин, определена структура программы. В результате была разработана трехмодульная образовательная программа iPET (Innovative Pedagogy for Engineering HEIs' Teachers). Далее участники проекта ENTER провели апробацию программы iPET в вузах-партнерах, в т. ч. в Томском политехническом университете. По результатам апробации программа iPET получила положительные отзывы от заинтересованных сторон.

**Ключевые слова:** Инженерное образование, конкурентоспособность высшего образования, сетевые образовательные программы.

Высшее инженерное образование в России долгое время считалось одним из лучших и комплексных в мире. Этому способствовала и образовательная система, зародившаяся еще в советское время, и прочная связь вузов с предприятиями промышленного сектора экономики. Тем не менее изменения в стране способствовали существенной трансформации российского инженерного образования. Переход к капиталистической модели развития, приватизация предприятий в 90-е годы XX в., ослабление связей между техническими вузами и профильными предприятиями и, наконец, переход к болонской системе образования не могли не отразиться на высшем инженерном образовании. И если в первые постсоветские годы еще можно было говорить о том, что у нас одна из самых сильных систем высшего технического образования, то в 2000-х гг. уже нет сомнений, что она

требует изменений. Во многом это связано и с переходом на двухуровневую систему высшего образования (бакалавр, магистр), с появлением новых образовательных стандартов и с интенсификацией международных связей в области образования и науки. Позднее к существующим изменениям добавляются новые глобальные вызовы в области экономики, экологии, ИТ, энергетики, ядерных технологий, геополитики и т. д. Все это не оставляет выбора российской системе высшего инженерного образования, так как на международном рынке труда, куда активно включаются российские выпускники, требуются высококвалифицированные инженеры, способные разрабатывать инновационные продукты, принимать принципиально новые решения в области науки и техники и отвечать на постоянно возникающие глобальные вызовы и проблемы [1, 2]. В этих условиях российской



системе высшего технического образования необходимо постоянно трансформироваться, совершенствоваться и соответствовать общемировым стандартам качества инженерного образования.

В последние пару десятилетий на уровне правительства было принято множество изменений в области технического образования. Постоянно обновляются профессиональные стандарты и федеральные государственные образовательные стандарты. Главным проводником появляющихся изменений и посредником между государственными органами в области реализации высшего образования является вуз, а точнее его преподаватели, которые внедряют все новшества в образовательный процесс и мотивируют студентов быть лучшими не только в учебе, но и в инженерном деле после окончания университета [3, 4]. Поэтому на преподавателях инженерных программ лежит большая ответственность за будущее российских инженеров. В этих условиях им приходится быстро адаптироваться, и кто-то с легкостью воспринимает все изменения в сфере образования и приветствует новые мировые тенденции, используя инновационные методы в образовательном процессе, а кто-то, наоборот, очень тяжело переживает трансформацию высшего образования и отказ от советской образовательной системы. Но уже ни у кого не остается сомнений, что нововведения неизбежны и связаны они не только с изменениями в мировой системе высшего технического образования и с трансформациями мирового сообщества, но и с самими студентами. Доступность информации, открытость границ, перспективы трудоустройства в зарубежных компаниях делают российских студентов более взыскательными к качеству высшего инженерного образования. Все это требует от вузовских преподавателей идти в ногу со временем, следить за последними мировыми тенденциями в области образования и инженерии и внедрять новые технологии в образовательный процесс.

Именно по этим причинам в 2018 г. Европейской комиссией был одобрен международный проект Erasmus+ENTER (EngineeriNg educaTors pEdagogical tRaining, идентификационный номер 598506-EPP-1-2018-1-PT-EPPKA2-SBHE-JP) [5], в рамках которого европейскими (Политехнический университет г. Порту, Таллинский технический университет, Дубницкий технологический универси-

тет), российскими (Томский политехнический университет, Казанский национальный исследовательский технологический университет, Тамбовский государственный технический университет, Донской государственный технический университет, Вятский государственный университет, Ассоциация инженерного образования России, Болонский клуб) и казахстанскими (Казахстанский национальный университет им. Аль-Фараби, Карагандинский государственный университет, Казахстанская ассоциация инженерного образования) участниками проекта была разработана многоуровневая модульная система педагогической подготовки преподавателей программ инженерного профиля на основе международного сетевого сотрудничества.

Проект ENTER включал в себя несколько основных задач [6]:

- 1) анализ европейского опыта разработки эффективных методов подготовки высококвалифицированных преподавателей инженерных программ;
- 2) разработка программ подготовки преподавателей программ инженерного профиля, состоящих из варьируемого набора модулей, предусматривающих использование современных технологий обучения;
- 3) разработка технологии создания индивидуальных образовательных траекторий в инженерной педагогике;
- 4) разработка моделей сетевого взаимодействия по внедрению образовательных модулей и диссеминации результатов проекта;
- 5) разработка нормативно-правовой и регламентирующей документации для обеспечения сетевого сотрудничества;
- 6) разработка критериев оценки профессиональных компетенций преподавателей программ инженерного профиля и критериев оценки качества учебных программ;
- 7) оценка результатов реализации пилотных программ.

Геополитические события последних лет внесли определенные коррективы в ход реализации проекта, тем не менее все основные задачи международного проекта ENTER были выполнены.

Основная задача, стоявшая перед консорциумом ENTER, заключалась в разработке многоуровневой модульной системы педагогической подготовки преподавателей программ инженерного профиля на основе международного сетевого сотрудничества.

И здесь Национальный исследовательский Томский политехнический университет сыграл ключевую роль, так как отвечал в Проекте за пакет разработки образовательных программ.

С этой целью рабочей группой ТПУ было реализовано несколько подготовительных этапов, которые помогли разработать модульную программу подготовки преподавателей программ инженерного профиля. Прежде всего совместно со всеми участниками Проекта были сформированы требования к системе повышения квалификации преподавателей инженерных дисциплин. Далее были определены основные стейкхолдеры планируемых образовательных программ (данная работа была проведена при помощи анкетирования, опросов и экспертных семинаров). В последствие на основании результатов исследований, выявляющих интересы и потребности стейкхолдеров, а также на основании совместной работы внутри консорциума ENTER был составлен перечень необходимых компетенций и дисциплин, которые способствуют их формированию. Всего участниками проекта было выделено 14 компетенций:

- 1) способность выбирать наиболее эффективные стратегии и методы обучения с использованием традиционных и инновационных средств с учетом путей развития техносферы, тенденций и задач инженерного образования;
- 2) способность эффективно планировать рабочее время и расставлять приоритеты в профессиональной деятельности
- 3) способность эффективно взаимодействовать с аудиторией и повышать интерес слушателей к дисциплине, используя психологические инструменты, передовые практики преподавания и мультимедийные технологии;
- 4) способность разрабатывать, адаптировать и внедрять современные интерактивные методы обучения и технологии обучения (в том числе направленные на повышение мотивации слушателей);
- 5) способность применять системный подход к решению задач инженерного образования;
- 6) способность применять психолого-педагогические технологии в своей профессиональной деятельности;
- 7) способность эффективно представлять, продвигать и внедрять в практику резуль-

таты своих научных исследований, обеспечивать их публикацию, сотрудничать с рынком труда и другими заинтересованными сторонами;

- 8) способность применять принципы устойчивого развития в глобальном контексте;
- 9) способность проектировать, организовывать и сопровождать учебный процесс в современной цифровой среде;
- 10) способность формировать у слушателей опыт индивидуальной и командной работы по решению реальных инженерных задач и разработке новых инженерных решений;
- 11) способность проектировать формы и методы постоянного мониторинга, обратной связи и итоговой оценки качества образования;
- 12) способность разрабатывать учебные материалы, способствующие формированию необходимых компетенций у слушателей;
- 13) способность руководить научно-исследовательской, инновационной и проектной деятельностью (работой) слушателей и студенческих команд, а также способствовать формированию у слушателей инновационных идей и навыков управления этапами их разработки и реализации с использованием современных технологий и инструментов проектного менеджмента;
- 14) убежденность в необходимости и способность к постоянному, добровольному и осознанному поиску знаний по личным или профессиональным причинам, способствующим социальной интеграции, активной гражданской позиции и личностному развитию, а также повышению собственной конкурентоспособности на рынке труда.

Данные компетенции предопределили структуру образовательной программы в целом и наполнение каждого модуля в отдельности. Трехмодульная образовательная программа iPET (Innovative Pedagogy for Engineering HEIs' Teachers/Инновационная педагогическая программа для преподавателей инженерных вузов) [7] включает в себя 14 дисциплин, которые в общей сложности составляют 20 кредитов по Европейской системе перевода и накопления баллов (European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS)). Образовательная программа iPET, как было сказано выше, включает в себя три отдельных образовательных программы разного уровня (начальный, основной, продвинутой). Каждый

последующий уровень включает в себя дисциплины программы предыдущего уровня – т. е. программа iPET-2 включает в себя два модуля А и В, где модуль А содержит дисциплины программы iPET-1, а модуль В является уникальным. Программа iPET-3 состоит из модуля А, В и С, где модули А и В – это дисциплины программ предыдущего уровня, а модуль С состоит из уникальных дисциплин (табл. 1–3). Удельный кредитный вес программ распределяется следующим образом: iPET-1 (2 кредита (ECTS)), iPET-2 (8 кредитов (ECTS)) и iPET-3 (20 кредитов (ECTS)).

**Таблица 1.** iPET-1 – краткосрочная программа повышения квалификации

**Table 1.** iPET-1 – short-term professional development program

Модуль Module	Дисциплина Discipline	Кредиты (ECTS) Credit unit
А	Инновации в инженерной педагогике Innovations in engineering pedagogy	1
	1.2. Тайм-менеджмент Time management	0,5
	Эффективные коммуникации Effective communications	0,5

**Таблица 2.** iPET-2 – среднесрочная программа профессиональной переподготовки

**Table 2.** iPET-2 – medium-term professional retraining program

Модуль Module	Дисциплина Discipline	Кредиты (ECTS) Credit unit
А	1.1, 1.2, 1.3	2
В	2.1. Повышение интерактивности обучения Increasing the interactivity of learning	2
	2.2. Системный анализ в образовании System analysis in education	1
	2.3. Педагогическая психология и коммуникация Educational psychology and communication	1
	2.4. Взаимодействие со стейкхолдерами Interaction with stakeholders	1
	2.5. Устойчивое развитие Sustainable development	1

**Таблица 3.** iPET-3 – долгосрочная программа профессиональной переподготовки

**Table 3.** iPET-3 – long-term professional retraining program

Модуль Module	Дисциплина Discipline	Кредиты (з.е.) Credit unit
А	1.1, 1.2, 1.3	2
В	2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5	6
С	3.1. Цифровое обучение Digital Learning	2
	3.2. Проблемно и практико-ориентированное, проектно-организованное обучение Problem and practice-oriented, project-organized learning	2
	3.3. Оценка результатов обучения Assessment of learning outcomes	2
	3.4. Разработка учебной дисциплины Development of an academic discipline	1
	3.5. Инновационные процессы в инженерии Innovation in engineering	2
	3.6. Итоговый проект Final project	3

Преимуществом программы является то, что слушатель, в зависимости от своих потребностей, может пройти как полную программу, включающую в себя все три модуля, так и отдельные программы, состоящие только из одного или двух модулей. Кроме того, поскольку программа является сетевой, у слушателей есть возможность проходить отдельные модули и даже дисциплины в любом из вузов-партнеров проекта ENTER и результаты обучения будут автоматически признаваться во всех вузах консорциума.

После создания программы iPET партнеры перешли к проектированию рабочих программ дисциплин, которое было распределено между всеми участниками проекта в зависимости от специализации участников ENTER и проводилось под руководством европейских партнеров с учетом лучших практик инженерного образования в европейских, российских и казахстанских вузах-партнерах Проекта.

Ключевым этапом реализации проекта ENTER стала апробация программ iPET в вузах-партнерах. Предварительно для каждой

дисциплины были тщательно отобраны высококвалифицированные преподаватели из вузов-партнеров, которые перед запуском пилотных программ прошли масштабный тренинг как по своей дисциплине, так и по всем остальным дисциплинам iPET.

Сам этап апробации пилотных программ iPET проходил с осени 2020 г. до лета 2022 г. в зависимости от вуза-партнера. Так как образовательная программа для преподавателей инженерных направлений предполагает, в том числе, сетевой формат, часть вузов-партнеров решили объединить усилия в рамках отдельных модулей в процессе реализации программ iPET.

Так, например, ВятГУ (Киров), ТГТУ (Тамбов), КГТУ им. Букутова (Караганда), КНУ им. Аль-Фараби (Алматы) объединились в рамках программ iPET-1, iPET-2 и iPET-3, занятия проводились в онлайн формате в силу состава слушателей из разных городов и ковидных ограничений. В реализации совместных программ принимали участие преподаватели из российских и казахстанских вузов и из европейских университетов-партнеров.

ДГТУ (Ростов-на-Дону), КНИТУ (Казань) и ТПУ (Томск) проводили программы iPET для групп преподавателей инженерных программ, сформированных только в рамках своих университетов, тем не менее для проведения отдельных дисциплин привлекались преподаватели из других вузов-партнеров, поэтому формат проведения программ хоть и отличался от предыдущего примера, коллаборация при апробации программ iPET также присутствовала.

Как уже упоминалось выше, программа iPET имеет несколько уровней, поэтому слушатели могли выбрать как долгосрочную программу iPET-3, которая включает в себя все модули (А, В и С), в том числе и из программ iPET-1 и iPET-2, так и программы предыдущих ступеней, включающие в себя только отдельные модули iPET-1 (А) и iPET-2 (А и В), но имеющие меньшую продолжительность обучения.

Так как период апробации был ограничен, в рамках пилотной реализации программ iPET было решено для каждого вуза-партнера набрать только одну группу слушателей, которая прошла бы все программы одну за одной. Поэтому при переходе с предыдущей программы на следующую модули из предыдущей программы перезачитывались и слушатели изучали только уникальные модули для программы

более высокого уровня. Данная схема не противоречит принципу программы и в будущем при реализации программ, если отдельные слушатели решат через определенное время после окончания, например, программы iPET-1 пойти на программу iPET-2 или iPET-3, они будут изучать только модули, уникальные для этих программ, а дисциплины iPET-1 (модуль А) будут перезачитываться и т. д.

В Томском политехническом университете апробация программ iPET прошла в несколько этапов. Весной 2021 г. была реализована программа iPET-1. В 2021–2022 учебном году по согласованию с координатором проекта ENTER еще раз была проведена программа iPET-1 с целью увеличения группы слушателей, планирующих в дальнейшем обучаться на программах iPET-2 и iPET-3, а также для увеличения разнообразия инженерных профилей, преподаватели которых решили поучаствовать в апробации программ. Далее для выпускников программы iPET-1 были организованы программы iPET-2 и iPET-3. Программы iPET в Томском политехническом университете имели следующую продолжительность и статус:

1. Программа повышения квалификации «Преподаватель в сфере инженерного образования – (iPET-1)» (54 ак. ч., 2 ECTS).
2. Программа профессиональной переподготовки «Преподаватель в сфере инженерного образования – iPET-2» (300 ак. ч., 8 ECTS).
3. Программа профессиональной переподготовки «Преподаватель в сфере инженерного образования – iPET-3» (720 ак. ч., 20 ECTS).

В Томском политехническом университете по программе iPET-1 прошли обучение 39 преподавателей ТПУ (19 чел. – весной 2021 г., 20 чел. – осенью 2022 г.), удостоверения о повышении квалификации получили 34 человека; по программе iPET-2 прошли обучение 22 человека, 18 из которых ее закончили и получили дипломы о профессиональной переподготовке. 18 преподавателей ТПУ перешли на программу iPET-3, 15 из них защитили выпускные аттестационные работы с получением дипломов о профессиональной переподготовке.

Состав участников программ iPET в ТПУ был сформирован из старших преподавателей, доцентов и профессоров, ведущих занятия на инженерных программах вуза. Пе-

дагогический опыт слушателей варьировался от 5 до более чем 30 лет, что также вносило свои особенности при подготовке материалов и проведении занятий лекторами программы iPET. Неизменным было применение практико-ориентированного подхода, множества интерактивных методов обучения и цифровых технологий в процессе проведения занятий, что являлось главным условием и особенностью разработанных в рамках международного проекта ENTER программ iPET.

Занятия в рамках программы iPET-1 в Томском политехническом университете проводили только сотрудники вуза, в дальнейшем для реализации программ iPET-2 и iPET-3 были привлечены преподаватели из вузов-партнеров проекта ENTER, в частности из Тамбовского государственного технического университета и Политехнического университета г. Порту. Таким образом, слушатели ТПУ смогли познакомиться с лучшими практиками в высшем инженерном образовании не только российских, но и европейских вузов.

Программы iPET-2 и iPET-3 в ТПУ имели статус программ профессиональной переподготовки, поэтому предполагали защиту выпускных аттестационных работ, основанных на выполнении итоговых проектов по результатам прохождения программы. По окончании программ слушатели получили квалификацию «преподаватель в сфере инженерного образования».

Итоговые проекты слушателей основывались на знаниях и навыках, полученных на всех дисциплинах, включенных в программу обучения, и имели большую практическую значимость, так как в процессе выполнения работ слушатели-преподаватели инженерных программ проводили апробацию своих проектов в реальных условиях, в т. ч. на занятиях со студентами ТПУ.

Среди защищенных проектов слушателей программы iPET-2 можно отметить следующие:

- Реализация компетентостного подхода в дистанционном образовании вуза;
- Применение интерактивных методов обучения в педагогической практике проектной деятельности;
- Использование интерактивных методов обучения на практике профессиональной подготовки на английском языке по направлению «Химическая технология»;

- Применение системы интерактивного обучения «Буровой ЛикБез» для профиля «Бурение нефтяных и газовых скважин»;
- Применение интерактивных методов обучения в педагогической практике с учетом целей устойчивого развития.

Программа iPET-3 стала заключительным этапом апробации пилотных программ iPET в ТПУ и включала в себя изучение модуля С, где были представлены дисциплины продвинутого уровня, часть из которых даже для опытных слушателей-преподавателей ТПУ стала открытием. Одной из ключевых составляющих программы стало выполнение индивидуального итогового проекта, который реализовывался в профессиональных условиях слушателей на протяжении нескольких месяцев и включал в себя выполнение реального проекта каждого преподавателя. Для этого была проведена серия консультаций, в рамках которых были определены цели и задачи каждого проекта, был составлен план и методы его реализации, даны рекомендации по дальнейшему использованию полученных в ходе выполнения проектов результатов.

Защита выпускных квалификационных работ прошла в форме презентации, где слушатели программы iPET-3 представили итоги проведенных педагогических исследований. Часть проектов уже были внедрены в учебный процесс студентов ТПУ, в ходе проведения других были получены предварительные результаты и выпускники Программы запланировали их внедрение в педагогическую деятельность в 2022–2023 учебном году, итоги третьих дали слушателям данные и основу для глубокой переработки преподаваемых дисциплин, с учетом лучших отечественных и зарубежных практик, международных требований и передовых методов обучения.

Аттестационная комиссия отметила высокий уровень выполнения и полученных практических результатов следующих проектов:

- Усовершенствование содержания и образовательных технологий дисциплины «Электрические машины»;
- Совершенствование образовательных технологий при реализации дисциплины профессиональный английский язык для слушателей ДПО по направлению «Chemical Engineering»;
- Оценка результатов обучения по дисциплине «Гидрогеология и инженерная гео-

логия» с использованием тестирования и анализом достижения компетенций;

- Внедрение метода проектно-организованного обучения при реализации дисциплины «Введение в светодизайн»;
- Разработка системы оценки результатов обучения учащихся и специалистов профиля «Бурение нефтяных и газовых скважин».

В целом хотелось бы отметить, что по результатам проведенного обучения слушатели высоко оценили уровень организации программы в Томском политехническом университете. Слушатели отметили комплексный и системный подход, значительную практическую составляющую программы, реальные кейсы и проектный метод в обучении.

Помимо успешно проведенных исследований, компетенции, полученные в процессе обучения по программам iPET, помогли слушателям достигнуть личных профессиональных результатов. Одни слушатели смогли получить грант благотворительного фонда В. Потанина на продолжение исследований в области устойчивого развития, которые были начаты во время обучения на программах iPET. Другим выпускникам новая квалификация и опыт помогли получить перспективную должность в ведущих вузах Томска, третьи запланировали дальнейшее развитие разработанных в ходе обучения проектов для непрерывного профессионального совершенствования и повышения мотивации студентов инженерных профилей.

Пройденные программы iPET дают возможность выпускникам подать заявку на включение в международный реестр преподавателей ENTER [8], который предоставляет его участникам следующие преимущества:

- признание компетенций преподавателей на международном уровне; соответственно, при рассмотрении возможности привлечения данных преподавателей к работе в иностранных вузах данный реестр может быть дополнительным подтверждением высокого уровня педагогического профессионализма кандидата;
- реестр ENTER является подтверждением квалификации преподавателя;
- включенные в реестр преподаватели получают дополнительные возможности и льготы для участия в международных проектах и мероприятиях в рамках международной сети ENTER (ENTER network).

Успешный опыт апробация программ iPET в ТПУ привел к тому, что руководство вуза включило данную многоуровневую образовательную программу в учебный план вуза по реализации программ повышения квалификации на регулярной основе. От преподавателей вузов требуют получения дополнительной квалификации в области педагогики, если их основное высшее образование не является педагогическим. Преимуществом программ iPET является не только их педагогический профиль, но и передовые международные технологии, требования и методы в обучении студентов инженерных вузов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Похолков Ю.П. Подходы к оценке и обеспечению качества инженерного образования // Инженерное образование. – 2022. – № 31. – С. 93–106. DOI: 10.54835/18102883\_2022\_31\_10
2. Похолков Ю.П. Инженерное образование России: проблемы и решения. Концепция развития инженерного образования в современных условиях // Инженерное образование. – 2021. – № 30. – С. 96–107. DOI: 10.54835/18102883\_2021\_30\_9
3. Стародубцев В.А. Персональная образовательная среда преподавателя. – Томск: Изд-во ТПУ, 2021. URL: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2021/m31.pdf> (дата обращения: 20.04.2022).
4. Стародубцев В.А. Практико-центрированное обучение в высшей школе // Высшее образование в России. – 2021. – Т. 30. – № 5. – С. 75–87. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-5-75-87
5. EngineeriNg educaTors pEdagogical tRaining – ENTER ERASMUS+ Project. URL: <http://www.erasmus-enter.org/index.php?lang=en> (дата обращения: 21.04.2022).
6. About Enter Project // EngineeriNg educaTors pEdagogical tRaining – ENTER ERASMUS+ Project. URL: <http://www.erasmus-enter.org/about.php?lang=en#Reference%20information> (дата обращения: 21.04.2022).
7. About iPET programs // EngineeriNg educaTors pEdagogical tRaining – ENTER ERASMUS+ Project. URL: <http://www.erasmus-enter.org/ipet.php?lang=en> (дата обращения: 21.04.2022).
8. ENTER Register // EngineeriNg educaTors pEdagogical tRaining – ENTER ERASMUS+ Project. URL: <https://enterprof.org> (дата обращения: 21.04.2022).

Дата поступления: 18.09.2022 г.

Дата принятия: 19.12.2022 г.

UDC 378

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_10

## INTERNATIONAL NETWORK EDUCATIONAL PROGRAM iPET FOR TEACHERS OF ENGINEERING PROGRAMS: EXPERIENCE OF PILOT IMPLEMENTATION AT TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY

**Olga M. Ponomareva,**

Cand. Sc., associate professor, Research Center for Management and Technologies in Higher Education,  
vom@tpu.ru

**Elena V. Giniyatova,**

Cand. Sc., associate professor, Research Center for Management and Technologies in Higher Education,  
evg@tpu.ru

National Research Tomsk Polytechnic University,  
30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russia.

Nowadays engineering educators have a great responsibility for the future of Russian engineers. This requires of them to keep up with the times, follow the latest global trends in Education and Engineering, and introduce new technologies into the educational process. For this end, in 2018, the European Commission approved the international project Erasmus+ENTER (EngineeriNg educaTors pEdagogical tRaining), within which European, Russian and Kazakhstani partners developed a multi-level modular system of pedagogical training for engineering educators based on international network cooperation. During the project, several stages were implemented: the stakeholders of the educational program and their interests were identified, a list of necessary competencies and disciplines was formed, and the structure of the program was determined. As a result, a 3-level modular program of pedagogical training iPET (Innovative Pedagogy for Engineering HEIs' Teachers) was developed. Further, the ENTER project participants piloted the iPET program in partner universities, including Tomsk Polytechnic University. As a result of the testing, the iPET program received positive feedback from stakeholders.

**Key words:** Engineering education, competitiveness of higher education, network educational programs.

### REFERENCES

1. Pokholkov Yu.P. Approaches to the assessment and quality assurance of engineering education. *Engineering education*, 2022, no. 31, pp. 93–106. In Rus. DOI: 10.54835/18102883\_2022\_31\_10
2. Pokholkov Yu.P. Engineering education in Russia: problems and solutions. The concept of development of engineering education in modern conditions. *Engineering education*, 2021, no. 30, pp. 96–107. In Rus. DOI: 10.54835/18102883\_2021\_30\_9
3. Starodubtsev V.A. *Personalnaya obrazovatel'naya sreda prepodavatelya* [Personal educational environment of the teacher]. Tomsk, TPU Publ., 2021. Available at: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2021/m31.pdf> (accessed: 20 April 2022).
4. Starodubtsev V.A. Practice-centered education in higher school. *Vyshee obrazovanie v Rossii*, 2021, vol. 30, no. 5, pp. 75–87. In Rus. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-5-75-87
5. *EngineeriNg educaTors pEdagogical tRaining – ENTER ERASMUS+ Project*. Available at: <http://www.erasmus-enter.org/index.php?lang=en> (accessed: 21 April 2022).
6. About Enter Project. *EngineeriNg educaTors pEdagogical tRaining – ENTER ERASMUS+ Project*. Available at: <http://www.erasmus-enter.org/about.php?lang=en#Reference%20information> (accessed: 21 April 2022).
7. About iPET programs. *EngineeriNg educaTors pEdagogical tRaining – ENTER ERASMUS+ Project*. Available at: <http://www.erasmus-enter.org/ipet.php?lang=en> (accessed: 21 April 2022).
8. ENTER Register. *EngineeriNg educaTors pEdagogical tRaining – ENTER ERASMUS+ Project*. Available at: <https://enterprof.org> (accessed: 21 April 2022).

Received: 18 September 2022.

Reviewed: 19 December 2022.

УДК 378

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_11

## О КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Соловьев Виктор Петрович<sup>1</sup>,**  
кандидат технических наук, профессор,  
solovjev@mail.ru

**Перескокова Татьяна Аркадьевна<sup>2</sup>,**  
кандидат педагогических наук, доцент,  
solovjev@mail.ru; olovjev@mail.ru

<sup>1</sup> Старооскольский технологический институт (филиал НИТУ «МИСиС»),  
Россия, 309516, г. Старый Оскол, мкр. Макаренко, 42.

<sup>2</sup> Старооскольский филиал Российского государственного  
геологоразведочного университета им. С. Орджоникидзе (МГРИ),  
Россия, 309514, г. Старый Оскол, ул. Ленина, 14/13.

При формировании концепции развития инженерного образования предлагается использовать базовые принципы менеджмента качества. Ключевыми положениями концепции развития системы инженерного образования предложено считать такие принципы, как соблюдение разумного баланса требований (пожеланий) заинтересованных сторон образовательных организаций, ориентация на внешних (государство, общество, работодатели) и внутренних (студенты) потребителей, процессный подход, лидерство и взаимодействие сотрудников. Современное инженерное образование должно основываться на принципиально новых подходах, основные элементы которых заложены в системе менеджмента качества.

**Ключевые слова:** инженерное образование, концепция, принципы, менеджмент качества, качество образования, преподаватели, студенты.

*У вас есть паруса, а вы вцепились в якорь.*  
Конфуций

Президент ассоциации инженерного образования Ю.П. Похолков отразил основные проблемы, возникшие в российском инженерном образовании, которые, по его мнению, привели его к «системному кризису» [1]. Автор предлагает при формировании концепции развития инженерного образования вначале сформулировать принципы, на основе которых будет выстраиваться концепция. Считаем необходимым привести перечень принципов, предложенных Ю.П. Похолковым:

- опоры на традиции,
- системности,
- целеполагания,
- стратегического и тактического партнёрства,
- сбалансированности ресурсов,
- отраслевой ориентации,
- адаптивности,
- диверсификации,
- результативности.

В статье приводятся не только убедительные комментарии предложенных принципов, но и некоторые методы их реализации в вузах.

Ю.П. Похолков призывает всех специалистов, заинтересованных в совершенствовании инженерного образования, принять участие в обсуждении поднятой проблемы. Мы посчитали необходимым принять это предложение и высказать свою точку зрения о развитии инженерного образования в нашей стране.

Но вначале обратимся вновь к статье Ю.П. Похолкова. На наш взгляд формулировать Миссию и Стратегическую цель инженерного образования некорректно, так как непонятно, кто их будет воплощать в жизнь. Это прерогатива вузов, что справедливо отметил автор.

И еще, статья посвящена концепции развития инженерного образования, судя по заголовку. В заключении даже сказано: «Рекомендации многочисленных, организованных



АИОР в последние годы, экспертных семинаров, конференций, общественных слушаний предоставили хорошую возможность сформулировать и предложить для обсуждения вариант концепции развития инженерного образования России на предстоящий временной период». Но варианта концепции в статье нет. Сформулированы лишь принципы для ее формирования.

Известно, что концепция – это систематизация всех идей (взглядов), комплекс ключевых положений, выработанных для понимания направления развития. Она дает ответ на вопрос – как достичь намеченной цели.

Может быть, комплекс принципов, предложенных автором, следует считать концепцией?

Нам представляется, что нужно начать с формулирования цели профессионального образования, в том числе инженерного.

Государством и обществом перед системой профессионального образования граждан, прежде всего молодыми, поставлено три главные цели:

- сформировать класс квалифицированных рабочих и специалистов, необходимых для осуществления научной, производственной, проектной, расчетной, управленческой и финансовой деятельности;
- повысить их интеллектуальный уровень;
- развить их положительные социально-личностные характеристики.

Значит, оценкой системы инженерного образования будет удовлетворенность общества, стейкхолдеров, самих выпускников вузов, их родителей уровнем подготовки выпускников для профессиональной деятельности и жизни в обществе. В современном представлении речь идет о качестве подготовленной в вузах «продукции» – выпускников, являющихся носителями качества. Как сформулировал Ю.П. Похолоков, ключевой идеей концепции инженерного образования России должна стать идея повышения качества образования молодежи, так необходимого для нашей страны.

В связи с этим считаем целесообразным обратиться к системе менеджмента качества (СМК), а именно к основополагающим принципам осуществления деятельности, позволяющим организациям достигать поставленных целей в области качества.

Основу идеологии качества составляют семь принципов [2]:

- ориентация на потребителя;

- лидерство;
- взаимодействие работников;
- процессный подход;
- улучшения;
- принятие решений, основанное на свидетельствах;
- менеджмент взаимоотношений.

На наш взгляд, принципы СМК включают основные инструменты совершенствования системы инженерного образования, продекларированные в статье Ю.П. Похолокова, но имеют более системный подход, который многие специалисты считают идеологией качества.

### **О заинтересованных сторонах образовательных организаций**

Качество подготовки выпускника (уровень его подготовки) будет «рождаться» в вузе, поэтому рассмотрим роль всех сторон, заинтересованных в деятельности образовательных организаций и влияющих на образовательный процесс, а также проявление идеологии качества при их взаимодействии с образовательными организациями.

К заинтересованным сторонам организаций профессионального образования относятся: государство в лице органов управления, общество (в том числе родители студентов), потребители выпускников (работодатели), поставщики абитуриентов (школы, техникумы, колледжи), персонал (преподаватели, сотрудники), студенты, партнеры (рис. 1).

Мы распределили все заинтересованные стороны, оказывающие большое влияние на деятельность организаций профессионального образования, на три группы: производители, поставщики, потребители. Отдельно представлены студенты и партнеры.

К «производителям» относятся работники организации (преподаватели, научные сотрудники, администрация, обслуживающий персонал), которые заинтересованы в успешной деятельности организации, так как это определяет их трудовую занятость и оплату их труда. В результате осуществления образовательного процесса и исследовательской деятельности появляется продукция: выпускники, научные разработки, монографии, учебники.

Руководство вузов и колледжей, преподаватели привыкли считать потребителями работодателей, к которым приходят выпускники вузов и колледжей. Причем, видят работодателей, где-то там, «за горизонтом», так как

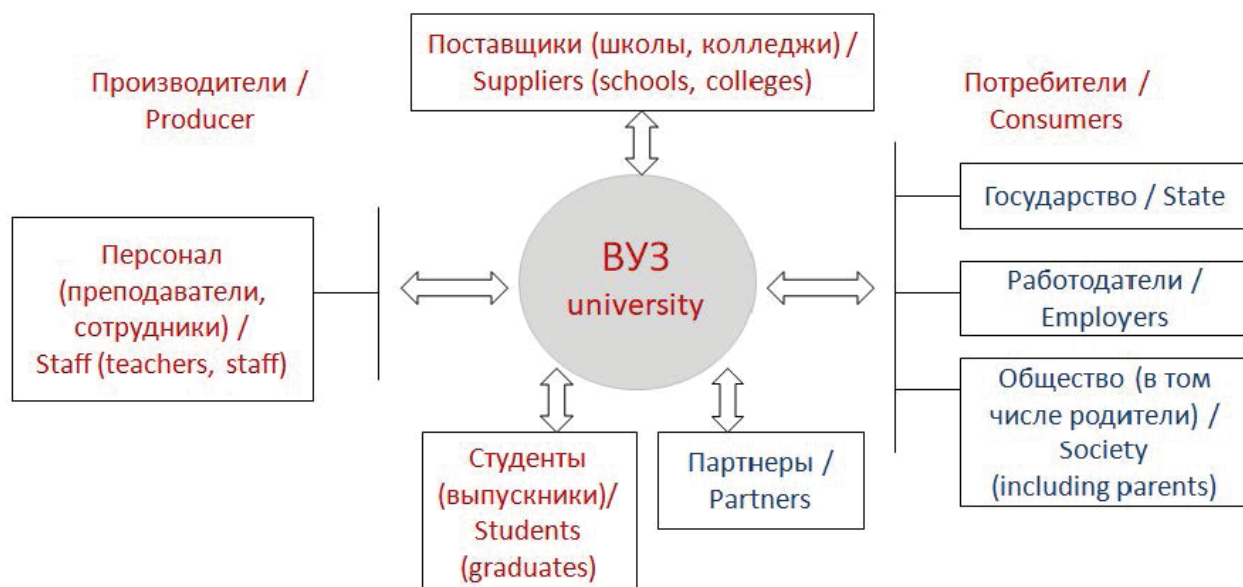


Рис. 1. Заинтересованные стороны образовательной организации  
Fig. 1. Stakeholders of the educational organization

выпускники пользуются своим правом трудоустроиваться самостоятельно, даже обучившись за государственный счет. Конечно, есть целевая подготовка, договоры с предприятиями и ряд других мер привлечения выпускников на те или иные предприятия. Но это скорее исключения.

На наш взгляд, чтобы коллективу вуза продемонстрировать результативность своей деятельности, нужно обратиться лицом к другому «внутреннему» потребителю, студентам. Ниже будет более подробно рассмотрена их роль. Уровень приобретенных знаний и умений, сформированных личностных качеств выпускников будет определять их успешность в профессиональной деятельности.

Необходимо обратить внимание на неоднозначность позиций некоторых заинтересованных сторон. Прежде всего, государства, которое, финансируя деятельность образовательных организаций, «произведенную ими продукцию» не забирает, т. е. выступает в роли «псевдопотребителя». Именно государство дает организациям разрешение на осуществление образовательной деятельности (лицензирование), оно же контролирует их путем аккредитации образовательных программ. Государство устанавливает план приема абитуриентов в образовательные организации.

Не означает ли это, что государство, в первую очередь, несет ответственность за качество «продукции» образовательных организаций?

К сожалению, «уходу» от ответственности государству способствовало решение Совещания министров образования европейских стран, участников Болонского процесса, в 2003 г. (г. Берлин), в котором было заявлено, что «ответственность за качество образования обучаемых возлагается на учебные заведения» [3]. И это несмотря на непрекращающуюся критику системы профессионального образования.

Работодатели (потребители выпускников образовательных организаций) оценивают качество образования по тому, как бывшие студенты используют в практической деятельности знания, навыки и умения, приобретенные в период обучения, т. е. какова их компетентность.

В настоящее время работодатели реальных секторов экономики предъявляют претензии к уровню профессиональной подготовки и социально-личностных качеств выпускников, к их умению переучиваться и осваивать новые профессии [4].

На наш взгляд, эта проблема обоюдная.

С одной стороны, выпускники (напомним, в основном бакалавры) имеют низкий уровень подготовки к конкретной профессиональной деятельности. За качество их образования ответственность должны взять преподаватели, а образовательные организации и государство должны создать условия для преподавателей по обеспечению качества.

С другой стороны, работодатели (потребители) должны принимать на работу выпускни-

ков без опыта профессиональной деятельности и способствовать их карьерному росту, что будет способствовать достижению прорыва в экономике. Явно нарушается принцип взаимности отношений вузов и работодателей.

Общество заинтересовано в трудоустройстве выпускников, чтобы они могли создать свою семью, воспитывать детей и помогать родителям. Сами родители качество (уровень) образования связывают с возможностью для выпускников занять соответствующее (им хочется лучшее) место в обществе.

«Поставщики» абитуриентов (школы, техникумы, колледжи) заинтересованы в успешном освоении образовательных программ профессионального образования своими выпускниками. Это их имидж. Но реальное взаимодействие вузов и школ осуществляется лишь в специфических случаях (МГУ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, МИФИ и некоторых других).

Партнеры образовательной организации заинтересованы в обмене информацией и опытом осуществления учебной деятельности.

А теперь рассмотрим позицию студентов. После получения диплома о завершении обучения они становятся тем кадровым потенциалом, который ожидают различные сферы экономики. Устремления выпускников вузов и колледжей также различаются:

- получить должность и хорошую зарплату;
- получить интересную работу.

В период же обучения студенты – основные потребители образовательных ресурсов (интеллектуальных, информационных, финансовых, материальных). Конечно, каждый вуз заинтересован в проявлении студентами ответственности в овладении знаниями, приобретении необходимых навыков и компетенций.

Но вместе с тем студенты также заинтересованы в успешной деятельности своего вуза, его имидже, так как это влияет на их будущую карьеру.

Как видим, интересы стейкхолдеров образовательных организаций различаются. Руководители в системе профессионального образования должны найти и поддерживать «правильный» баланс интересов всех стейкхолдеров. Причем эта заинтересованность должна быть взаимной, т. е. вуз также ждет участия всех сторон в достижении вузом требуемого качества выпускников.

Итак, будем считать принцип соблюдения разумного баланса требований (пожеланий) заинтересованных сторон образовательных организаций одним из ключевых положений концепции развития системы инженерного образования.

### Ориентация на потребителя

Нужно признать, что самыми важными заинтересованными сторонами вуза являются потребители как внешние (государство, общество, работодатели), так и внутренние (студенты). Неслучайно в перечне принципов SMK принцип «ориентация на потребителя» стоит на первом месте.

В стандарте ГОСТ Р ИСО 9001-2015 сформулированы требования к организациям:

- понимание потребностей и ожиданий потребителей,
- обеспечение соответствия целей и задач организации потребностям и ожиданиям потребителей,
- распространение информации о потребностях и ожиданиях потребителей по всей организации,
- измерение удовлетворенности потребителей и результатов действий,
- менеджмент взаимоотношений с потребителями,
- обеспечение сбалансированного подхода к потребителю и другим заинтересованным сторонам.

Это целая программа взаимодействия организации с потребителями.

Конечно, принципы менеджмента качества, прежде всего, должны быть освоены организациями, выпускающими какую-либо продукцию и оказывающими услуги. Это обеспечивает их конкурентоспособность. Но применим ли принцип «ориентация на потребителей» в образовательной деятельности. Попробуем разобраться.

Внешние потребители вуза определяют содержание образования, формулируя требования к выпускникам. Даже профессиональные компетентности выпускников, которые в последней редакции ФГОС определяет вуз, конечно, соответствуют обобщенным требованиям работодателей. Если вуз будет взаимодействовать с работодателями – потребителями выпускников – в соответствии с рекомендациями ГОСТ Р ИСО 9000-2015, приведенными выше, то результаты его деятельности будут постоянно улучшаться.

Персонал образовательных организаций должен выполнять требования:

- государства, сформулированные в законе (ФЗ «Об образовании в РФ» № 273) и во ФГОС;
- работодателей, сформулированные в контрактах, договорах;
- общества, сформулированные в нормах и правилах поведения, взаимодействия;
- региональных властей.

Содержательный компонент профессионального образования напрямую зависит от развития науки и техники, но ориентируется на потребителя выпускников. В век стремительных перемен в экономике и управлении только преподаватели нового типа, находящиеся в русле этих перемен и владеющие современными информационными технологиями, способны подготовить молодежь к современной жизни.

А теперь возвратимся к внутренним потребителям в системе получения образования – студентам.

В силу особенностей образовательной деятельности, связанной с тем, что обучаемые являются не только «объектом» образовательного процесса, но и активным участником – его субъектом, в процесс достижения заявленных целей по качеству образования необходимо вовлечь весь контингент обучаемых.

Получение образования – это дуальный процесс, в основе которого лежат взаимо-

отношения преподаватель–студент. Для достижения поставленных целей нужно, чтобы преподаватель хотел и умел «учить», а студент хотел и умел «учиться».

На схеме рис. 2 показана «потребительская» роль студентов, «переходящих» от одного преподавателя к другому и постепенно формирующих свои профессиональные и социально-личностные компетенции. Защитив выпускную квалификационную работу на заседании государственной аттестационной комиссии (ГАК), студент становится выпускником и попадает в «объятия» потребителей – работодателей.

Итак, студент, переходя по единицам учебного плана – дисциплинам, постепенно осваивает всю образовательную программу.

А в каком качестве с позиции «поставщик–потребитель» находятся преподаватели?

Для проведения учебного процесса преподаватель дисциплины разрабатывает комплекс учебно-методических документов (УМКД), в состав которого, как правило, входят: рабочая программа дисциплины; конспект лекций; опорный конспект (рабочая тетрадь для студентов); демонстрационная презентация; сценарий проведения занятий; лабораторный практикум; пособие для практических занятий; методические рекомендации по изучению дисциплины; диагностические тесты; вопросы для оценки знаний, умений и сформированных компетенций (фонд оценочных средств).

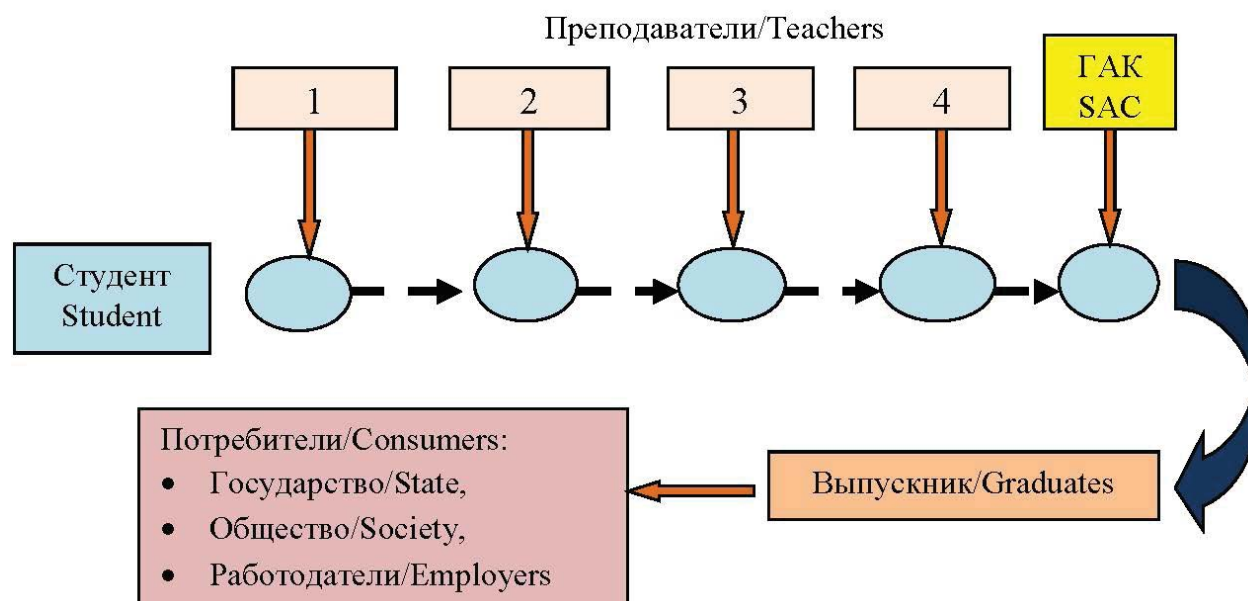


Рис. 2. Переход студентов из разряда потребителей в разряд поставляемой «продукции»

Fig. 2. Transition of students from the category of consumers to the category of supplied «products». SAC – State Attestation Commission

В учебном плане подготовки бакалавра более 40 дисциплин. Следовательно, будем иметь 40 дисциплинарных подпроцессов обобщенного учебного процесса подготовки специалиста. Как их объединить?

Разумно использовать взаимосвязь содержания дисциплин по принципу «поставщик–потребитель».

Обучение можно представить как «подъем» по широкой лестнице, ведь на каждой ступени (семестре) изучается несколько дисциплин, которые могут быть взаимосвязаны по содержанию (это горизонтальные связи). Затем происходит переход на следующую ступень, и начинается «потребление» приобретенных ранее знаний и умений (это вертикальные связи), естественно наряду с горизонтальными связями этой ступени. Аналогично используются знания, приобретенные в средней школе. И еще нужно учесть, что учебные дисциплины ведут разные преподаватели.

Подготовка специалистов в организациях профессионального образования будет результативной, если все учебные дисциплины взаимосвязаны по содержанию. Они должны быть так выстроены в учебном плане, чтобы обеспечить не столько накопление знаний обучаемыми, сколько непрерывное повышение ими уровня готовности решения разнообразных проблем на основе синтеза знаний.

При рассмотрении образовательного процесса как обычного технологического, естественно выделить вначале этап проектирования, а внутри данного этапа – основополагающий элемент проекта – разработка учебного плана и подготовка программ учебных дисциплин. Это особенно важно при открытии подготовки по новым образовательным программам в условиях отсутствия конкретного опыта.

На этапе проектирования новых образовательных программ целесообразно провести анализ междисциплинарных связей содержания учебных дисциплин, представленных в рабочих программах. Методология такого анализа была разработана в Московском институте стали и сплавов [5].

Проведенный анализ позволит выявить возможную недостаточность какого-либо предшествующего материала или его отсутствие. После анализа проводится необходимая коррекция учебной программы.

Теперь каждый преподаватель знает, что «ждут» от него коллеги. Все оказались «связа-

ны» в единый процесс подготовки студентов. Это пример осуществления интегрированного процесса и реализации принципа «поставщик–потребитель».

Такая взаимосвязь содержания учебных дисциплин приведет к контакту преподавателей даже разных кафедр (отделений). Будет реализовываться еще один принцип менеджмента качества – «взаимодействие работников».

Рассмотренный принцип – *ориентация на потребителя* – должен стать основополагающим в концепции развития инженерного образования. Этот принцип будет пронизывать всю образовательную деятельность в вузе, что будет показано ниже.

### О реализации процессного подхода

В современном профессиональном образовании в качестве конечных целей выступают сформированные у выпускников, как мы уже отмечали ранее [6], компетентности, сформулированные в образовательной программе данного направления (специальности). Их формирование идет в период освоения студентами материала учебных дисциплин, когда они приобретают способности совершать конкретные действия: решать задачи, оценивать физические явления, выполнять проекты, проводить исследования и многое другое. Эти результаты обучения студентов должны стать целями для преподавателей.

Но достигаемые цели – результат организованного и осуществленного процесса в образовательных организациях. Значит, процессу нужно уделять особое внимание, так как именно в образовательном процессе формируется соответствующий социально-профессиональный уровень выпускников образовательных организаций (их качество). А от этого будет зависеть личный жизненный успех каждого выпускника, а также успешная деятельность предприятий, организаций и в конечном счете развитие экономики страны.

Только рассматривая любую работу как процесс со своими входами и выходами, можно сразу увидеть и понять, что поступает на вход процесса, что получается на выходе процесса и какие действия по управлению процессом необходимо осуществить.

Обратимся к Федеральному закону «Об образовании в Российской Федерации», где определено базовое понятие качества образования – это комплексная характеристика образовательной деятельности и подготовки

обучающихся. Но комплексной эта характеристика может быть только в определении. А в действительности образовательная деятельность как процесс и уровень подготовки обучающихся как результат процесса имеют совершенно разные характеристики. Качество выпускников – это их образованность, которая оценивается по уровню приобретенных (сформированных) компетентностей. Этот фактор, как мы отмечали ранее, будет определять содержание обучения и воспитания обучаемых.

А как оценивать многофакторный образовательный процесс, схема которого представлена на рис. 3.

Как видно из представленной модели, непосредственно процесс обучения невозможно осуществить без реализации конкретных подпроцессов обе спечения и управления.

Подпроцессы управления, прежде всего, направлены на анализ рынка и требований для основного учебного процесса, разработку всех технологий, управление ресурсами, которые формируются в подпроцессах обеспечения.

К подпроцессам управления отнесено внутреннее информирование, которое обеспечивает единое понимание целей и задач организации.

Результативность основного процесса зависит от рационального использования ресурсов, т. е. от организации взаимосвязи подпроцессов обеспечения с учебным процессом.

Все они взаимосвязаны, что показано объединяющим их кругом с тремя элементами (ответственность руководства, мониторинг, постоянное улучшение), которые обеспечивают непрерывность процессов. Результаты промежуточного контроля знаний и умений студентов используются для совершенствования (улучшения) процесса обучения. Это пример взаимосвязи характеристик оценки обучаемых и самого процесса обучения.

Мы уже указывали, что в соответствии с идеологией современного менеджмента качества поставщики и потребители рассматриваются организацией как заинтересованные стороны. Поэтому в предлагаемой модели заинтересованные стороны определяют входы процессов (требования, цели, задачи), а дру-



Рис. 3. Модель осуществления образовательной деятельности  
Fig. 3. Model for the implementation of educational activities

гие заинтересованные стороны (потребители) получают произведенную продукцию (выпускники, учебная литература, научная продукция, приборы и так далее).

Последовательность действий определяется расположением элементов системы и их связями.

Служба маркетинга – это, по сути, приемная комиссия, но с дополнительными функциями и полномочиями, или специально созданное подразделение.

В качестве «входов» в систему можно рассматривать «сырье» – на первом этапе абитуриентов, затем студентов первого и последующих курсов, а также требования и цели, на достижение которых ориентируется образовательный процесс.

Для обеспечения качества подготовки специалистов образовательная организация прежде всего устанавливает требования к абитуриентам и критерии оценки их соответствия этим требованиям. Следовательно, образовательная организация предъявляет требования к своим «поставщикам» – школам, лицеям, колледжам, техникумам и т. д.

Профессор НИТУ «МИСиС» Ю.П. Адлер (1937–2020), ведущий специалист в области менеджмента качества в России, о процессном подходе высказался так: «Речь идет о феномене процессного мышления, т. е. такого взгляда на мир, который превращает все видимое в этом мире в процессы» [7].

Рассмотрим с этих позиций образовательный процесс высшей школы. Обычно каждый преподаватель внушает студентам, что «его» дисциплина самая важная. Преподаватели условно ограждают свою дисциплину барьером. Это типичная функциональная система общего образовательного процесса (также происходит на производстве между различными подразделениями). Доктор Э. Деминг одним из первых провозгласил лозунг для осуществления процессов: «Уничтожайте барьеры между подразделениями» [8]. Началось использование интегрированных процессов, к которым можно отнести проектный метод в различных сферах деятельности.

Эта идеология была использована в МИСиС при создании научно-методических советов по специальностям (НМСС) [9]. Заведующий выпускающей кафедрой объявлялся «владельцем» процесса подготовки студентов. Все преподаватели, ведущие занятия со студентами этой специальности, объединялись в

НМСС, оставаясь формально сотрудниками своих кафедр. Но теперь все программы дисциплин, практик, фонды оценочных средств, методические материалы по этой специальности обсуждались и утверждались на заседаниях НМСС. Функциональные барьеры между преподавателями были разрушены, они стали одной командой.

В этой системе самая активная роль отводится людям. Для образовательных организаций это руководители (ректор, деканы, заведующие кафедрами) и исполнители (преподаватели). В этой связи целесообразно обратиться еще к одному принципу СМК – лидерство.

### О лидерстве

Процитируем Ю.П. Адлера: «Никакое серьезное дело не будет выполнено с наибольшим эффектом, если люди, которые его возглавляют, не возьмут на себя лидерских функций» [7]. Системы управления организациями не могут выжить без лидерства, без постановки достижимых целей и показателей, вызывающих у сотрудников стремление к самосовершенствованию и постоянному улучшению деятельности организации.

Лидерские качества должны проявлять все участники образовательного процесса. Руководить нужно не силой административного верховенства, а авторитетом знаний, умений и человечности. Преподаватели, непосредственно контактирующие со студентами, должны стать для них лидерами в научной области, культуре, ответственности, поведении. Лидеру не нужно пользоваться силой и преодолевать сопротивление.

Рекомендуем обратить внимание на личностные качества лидера:

- владение интеллектом и знаниями;
- обладание системным мышлением;
- впечатляющая внешность;
- честность;
- обладание здравым смыслом (лидер не должен быть догматиком);
- инициативность в высшей степени;
- высокая степень уверенности в себе;
- высокая работоспособность
- проявление готовности к коллективному руководству.

Лидерство – компонент не только неотъемлемый, но и незаменимый.

В образовательных организациях должна быть создана система лидеров. Каждая учеб-

ная дисциплина должна иметь своего лидера – преподавателя, который держит в поле зрения весь учебно-методический комплекс дисциплины и организует его совершенствование. Поэтому каждый преподаватель, работающий со студентами и являющийся для них наставником, должен ощущать себя лидером по отношению к ним. Часто мы видим таких неформальных лидеров и среди студентов.

А лидеры в науке! В этом отношении образовательные учреждения давно уже демонстрируют этот принцип. Надо только умело его распространять и рационально использовать.

По нашему мнению, обязательным лидером в организации высшего образования должны быть заведующие кафедрами. Именно они определяют «лицо» образовательной организации. В свое время ректор МИСиС (1965–1986 гг.) профессор П.И. Полухин говорил: «Нужно, чтобы к нам в институт приезжали не на кафедру физической химии, а к А.А. Жуховицкому или Б.С. Бокштейну, не на кафедру металлургии чугуна, а к А.Н. Похвисневу или Б.Н. Жеребину, не на кафедру металлургических печей, а к М.А. Глинкову или В.А. Кривандину».

Многими специалистами признается, что внедрение в организации только этого принципа обеспечит ей конкурентные преимущества.

Вот мы и рассмотрели деятельность образовательной организации через призму таких принципов, как ориентация на потребителя, лидерство, процессный подход, взаимодействие работников.

### Менеджмент взаимоотношений

Но нужно остановиться еще на одном принципе – менеджмент взаимоотношений. Для образовательных организаций этот принцип реализуется во взаимоотношениях главных действующих лиц: преподаватели и студенты, и потому называется принципом студентоцентрированности [3].

Этот принцип непосредственно связан с личностно-деятельностным обучением (личностно-ориентированным), разработанным отечественными учеными И.А. Зимней, И.С. Якиманской, В.В. Сериковым. Согласно этой концепции, обучение направляется на развитие личности обучаемого, а не только на приобретение знаний конкретного предмета [10].

К признакам студентоцентрированности учебного процесса обычно относят:

- учёт личностных особенностей и потребностей студентов;
- акцент на самостоятельную деятельность и рефлексию;
- повышение личной ответственности студентов за результаты обучения.

Воспитание специалистов в вузе (колледже) основывается на активной самостоятельной работе обучаемых, а ее организация преподавателями – это и есть практическая реализация принципа студентоцентрированности учебного процесса.

Студенты-первокурсники демонстрируют из года в год снижающийся уровень не только специальной (по предметам средней школы), но и общей, и общекультурной подготовки: незнание русского языка, российской и мировой культуры, литературы, истории (или искаженное о ней представление), узкий кругозор и эрудицию. У них слабо развиты такие личностные свойства (ЛС), как: ответственность, инициативность, исполнительность, целеустремленность, организованность.

Преподаватель должен понимать, что, в первую очередь, только его собственные личностные свойства и социальные компетентности способны развить эти свойства и компетентности у обучаемых им студентов.

Мы уже подчеркнули, что качество подготовки по конкретной дисциплине лежит в области взаимоотношений «преподаватель–студент». Преподаватель не только должен поставить итоговую оценку по дисциплине, но и после экзамена или зачета обсудить результаты со студентами для будущей коррекции, ведь им же нужно осваивать новые дисциплины, где потребуются приобретенные знания и умения.

Активная самостоятельная работа студентов возможна только при наличии серьезной и устойчивой мотивации, которая возникает в том числе и в учебном процессе.

Процессуальная (учебная) мотивация проявляется в понимании студентами необходимости, важности, полезности выполняемых в ходе самостоятельной работы различных заданий для приобретения и развития общекультурных и профессиональных компетентностей. В задачу преподавателя входит организация и осуществление учебного процесса в таких формах, которые способствуют формированию у студентов мотивации к дости-



жению успеха, появлению чувства радости от познания нового.

Настоящий преподаватель – лидер, наставник студентов. Его педагогическое мастерство должно способствовать созданию такой среды, в которой обучаемые получают удовольствие от самого процесса обучения. Конечно, мы осознаем, что многие студенты не обладают высокой культурой, зачастую не мотивированы на выбранную специальность, не обладают познавательной активностью. Но этим обладают преподаватели, и в результате общения с ними студенты будут меняться.

Нам хотелось бы подчеркнуть в аспекте менеджмента взаимоотношений роли основных участников образовательного процесса: преподавателей и студентов. Преподаватели – главные фигуры образовательной организации, они «творцы» будущих специалистов и граждан страны. Но центральной фигурой в системе образования является студент. Все ресурсы направлены на студентов, от них ждут реальной отдачи в приобретении знаний и умений, ими гордятся, на них надеются.

В этой связи диссонансом выглядит существующая до сих пор система наказаний студентов за «неудачи» в процессе формирования ими собственной личности. В вузах создана атмосфера страха перед плохой оценкой, перед преподавателями, администрацией.

Уже упоминавшийся основоположник идеологии менеджмента качества Э. Деминг сформулировал принцип для руководства организациями: «Изгоняйте страх, чтобы все могли работать эффективно для организации. Используйте все возможные средства для искоренения страхов, опасений и враждебности внутри организации» [8]. Одно только изменение идеологии контроля знаний и умений студентов с карательной на диагностическую приведет к изменению отношений преподавателей со студентами. Только тогда преподаватель станет воспитателем студентов. Это убедительно представлено в статье Ю.П. Адлера и В.А. Шпера [11].

Безмерное увлечение дистанционными методами обучения не будет способствовать воспитанию студентов. Ведь и без этого современная молодежь постоянно «зависает» в виртуальном мире, и потому основной «роскошью» современного реального мира становится живое общение.

Американцы очное обучение образно называют «глаза в глаза». Именно оно ценится,

и потому университеты «гоняются» за «яркими» преподавателями, к которым пойдут учиться. Преподаватель должен обладать притягательностью благодаря широте и глубине научного познания, педагогическому мастерству, эрудированности в области литературы, искусства.

Во многие региональные вузы принимаются абитуриенты не в полной мере соответствующие уровню подготовки для овладения современными программами высшего образования. Такие вузы на первом курсе обучения сталкиваются с проблемой «доводки» студентов по общеобразовательным предметам (математика, физика, химия, информатика, черчение), причём таковых становится всё больше. Но корректировкой базовых знаний студентов уже не обойтись.

На наш взгляд, самой большой проблемой абитуриентов с уровнем ЕГЭ до 170–180 баллов (по трём предметам) является их неумение, нежелание (даже пренебрежение) выполнять систематически домашние задания.

*А ведь формирование компетенций у студентов происходит именно в результате их самостоятельной работы, т. е. деятельности!*

Для студентов с низким входным уровнем подготовки учебный процесс должен быть существенно изменён. Прежде всего, речь идёт о нецелесообразности чтения лекций в потоках из 4–5 студенческих групп. Слабо подготовленные, немотивированные к активному овладению знаний студенты плохо воспринимают лекционный материал. На практические занятия приходят неподготовленные и неспособные самостоятельно применять знания для решения задач, обсуждения тем семинаров. Как следствие, большое количество неуспевающих студентов на младших курсах.

*На наш взгляд, выход из создавшейся ситуации заключается в отказе от поточных лекций и в переходе к обучению в групповых классах преподавателей и применению новых методов обучения.*

В учебных планах следует планировать не часы лекций и практических (семинарских) занятий, а число двухчасовых классных занятий. Лекции, как форма обучения, не отменяются; они должны стать другими, т. е. соответствовать уровню готовности студентов.

Руководитель класса определяет, когда и сколько читать лекций, как проводить практическую часть дисциплины, когда организовывать обсуждение, проводить диагностическое

тестирование, промежуточный и итоговый экзамены в виде письменной контрольной работы. Итоговые письменные контрольные работы представляются на кафедру и анализируются заведующим. И всё это проводится в часы занятий, поэтому не требуется специальное время для проведения экзамена. А вот лабораторные практикумы планируются как отдельные курсы. Их основная цель – экспериментальное изучение явления и овладение методами исследования. Лабораторный практикум зачастую связан с теоретическим курсом только содержанием.

Учебные дисциплины изучаются компактно, занятия через неделю исключены. Студенты должны выполнять много домашних заданий и обсуждать их выполнение на индивидуальных консультациях преподавателя.

И нужно сказать еще об одном аспекте системы управления в образовательных организациях. Речь идет о системе мониторинга через опросы студентов и преподавателей. Эта деятельность должна стать нормой для любой образовательной организации. Результаты опросов должны стать основой для принятия решений.

И конечно, важное значение имеет создание такой атмосферы в коллективе, когда никто не будет скрывать факты и не будет боязни наказания за ошибки.

### Заключение

На наш взгляд, современное инженерное образование должно основываться на принципиально новых подходах, основные элементы которых заложены в системе менеджмента качества. Забывать традиции инженерного образования советского периода не следует, но успех его в инновациях. Французский писатель и летчик Антуан де Сент-Экзюпери (1900–1944) предрекал, что традиции противостоят бегу времени. Пришло время и тради-

ционному учебному процессу уступить место подготовке молодых людей в новом инновационном формате.

Получение образования – это область человеческой деятельности, обреченная на перманентное состояние кризиса. Такое состояние определено самой природой развития человечества, обусловлено соответствующим уровнем науки и производительных сил. Образование граждан непосредственно «служит» прогрессу, а его получение само трансформируется под воздействием потребностей общества.

Об этом пишут многие неравнодушные к судьбе нашего профессионального образования ученые и педагоги. Но, к сожалению, предложения многих заинтересованных лиц – меседж (послание) в никуда. Проблема в качестве (уровне) управления системой получения молодежью профессионального образования. Преобладает инерция мышления, неспособность освоить новые механизмы, инновационные проекты.

Считаем необходимым подчеркнуть то большое значение, которое придавал Э. Деминг образованию (обучению). В своих трудах он неоднократно подчеркивал, что знаниям нет замены и мы должны смотреть на образование как на инвестиции, а не только как на издержки.

Главной проблемой профессионального образования признано отставание преподавателей от требований современной экономики. Учить в вузе должны те, кто активно ведет научную работу, и те, кому интересно учить. Эта проблема может быть решена государством путем создания такой системы оплаты труда, которая делала бы их высокоуважаемыми членами общества. К сожалению, можно констатировать, что в профессиональном образовании этого сделать не удалось.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Похолков Ю.П. Инженерное образование России: проблемы и решения. Концепция развития инженерного образования в современных условиях // Инженерное образование – 2021. – № 30. – С. 96–107. DOI: 10.54835/18102883\_2021\_30\_9
2. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. – М.: Стандартинформ, 2015. – 53 с.
3. «Мягкий путь» вхождения российских вузов в Болонский процесс / под ред. А.Ю. Мельвиль. – М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2005. – 351 с.
4. Шадриков В.Д. Кадры для инновационной экономики: как в действительности обстоит дело с их подготовкой? // Высшее образование сегодня. – 2019. – № 6. – С. 2–10. DOI: 10.25586/RNU.NET.19.06.P.02

5. Научно-методическая система проектирования структуры и содержания профессиональных образовательных программ / Ю.С. Карабасов, В.А. Роменец, В.П. Соловьёв, И.Б. Моргунов // Известия международной Академии наук высшей школы. – 2004. – № 3 (29). – С. 33–49.
6. Соловьёв В.П., Перескокова Т.А. О проблемах качества высшего профессионального образования // Alma Mater (Вестник высшей школы). – 2021. – № 1. – С. 35–42. DOI: <https://doi.org/10.20339/AM.01-21.035>
7. Адлер Ю.П. Повторение неповторимого. – М.: Стандарты и качество, 2007. – 239 с.
8. Нив Г.Р. Пространство доктора Деминга: принципы построения устойчивого бизнеса. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 370 с.
9. Система мероприятий и нормативная база по переходу на новые методы и формы обучения в условиях рыночных отношений. – М.: МИСиС, 1991. – 42 с.
10. Зимняя И.А. Педагогическая психология. – М.: Логос, 2000. – 383 с.
11. Адлер Ю.П., Шпер В.Л. Образование в XXI в.: проблемы, перспективы, решения // Качество и жизнь. – 2015. – № 4. – С. 37–45.

Дата поступления: 28.07.2022 г.

Дата принятия: 03.12.2022 г.

УДК 378

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_11

## CONCEPT OF ENGINEERING EDUCATION DEVELOPMENT

**Viktor P. Solovyev**<sup>1</sup>,Cand. Sc., professor,  
solovjev@mail.ru**Tatyana A. Pereskokova**<sup>2</sup>,Cand. Sc., assistant professor,  
solovjev@mail.ru; olovjev@mail.ru

<sup>1</sup> Stary Oskol University named after A.A. Ugarov (branch) National University of Science and Technology «MISiS»,  
42, microraiion Makarenko, Stary Oskol, 309516, Russia.

<sup>2</sup> Starooskolsky branch of the Geological Prospecting University named after Sergo Ordzhenikidze,  
14/13, Lenin street, Stary Oskol, 309514, Russia.

The article proposes to use the basic principles of quality management when forming the concept of engineering education development. The key provisions of the concept of development of the engineering education system are proposed to consider such principles as compliance with a reasonable balance of requirements (wishes) of interested parties of educational organizations, orientation to external (state, society, employers) and internal (students) consumers, process approach, leadership and employee interaction. Modern engineering education should be based on fundamentally new approaches, the main elements of which are embedded in the quality management system.

**Key words:** engineering education, concept, principles, quality management, quality of education, teachers, students.

## REFERENCES

1. Pokholkov Yu.P. Engineering education in Russia: problems and solutions. The concept of development of engineering education in modern conditions. *Engineering education*, 2021, no. 30, pp. 96–107. In Rus. DOI: 10.54835/18102883\_2021\_30\_9
2. *Sistemy menedzhmenta kachestva. Osnovnye polozheniya i slovar. Natsionalny standart Rossiyskoy Federatsii. GOSTR ISO 9000-2015* [Quality management systems. Fundamentals and vocabulary. National standard of the Russian Federation. SS R ISO 9000-2015]. Moscow, Standartinform Publ., 2015. 53 p.
3. «Myagkiy put» vkhozhdeniya rossiyskikh vuzov v Bolonskiy protsess [The «soft way» for Russian universities to join the Bologna process]. Ed. by A.Yu. Melville. Moscow, OLMA-PRESS, 2005. 351 p.
4. Shadrikov V.D. Human resources for innovation-driven economy: how are they trained in reality? *Higher education today*, 2019, no. 6, pp. 2–10. In Rus. DOI: 10.25586/RNU.HET.19.06.P.02
5. Karabasov Yu.S., Romanets V.A., Solovyev V.P., Morgunov I.B. Nauchno-metodicheskaya sistema proyektirovaniya struktury i soderzhaniya professionalnykh obrazovatelnykh programm [Scientific and methodological system for designing the structure and content of professional educational programs]. *Izvestiya mezhdunarodnoy Akademii nauk vysshey shkoly*, 2004, no. 3 (29), pp. 33–49.
6. Soloviev V.P., Pereskokova T.A. On problems of quality of higher professional education. *Alma Mater (Vestnik vysshey shkoly)*, 2021, no. 1, pp. 35–42. In Rus. DOI: <https://doi.org/10.20339/AM.01-21.035>
7. Adler Yu.P. *Povtorenie nepovtorimogo* [Repetition of the unique]. Moscow, Standards and quality Publ., 2007. 239 p.
8. Niv G.R. *Prostranstvo doktora Deminga: printsipy postroyeniya ustoychivogo biznesa* [The space of Dr. Deming: the principles of building a sustainable business]. Moscow, Alpina Biznes Buks, 2005. 370 p.
9. *Sistema meropriyatiy i normativnaya baza po perekhodu na novye metody i formy obucheniya v usloviyakh rynochnykh otnosheniy* [The system of measures and the regulatory framework for the transition to new methods and forms of education in the conditions of market relations]. Moscow, MISiS Publ., 1991. 42 p.
10. Zimnyaya I.A. *Pedagogicheskaya psikhologiya* [Pedagogical psychology]. Moscow, Logos Publ., 2000. 383 p.
11. Adler Yu.P., Shper V.L. Obrazovanie v XXI v.: problem, perspektivy, resheniya [Education in the XXI century: problems, prospects, solutions]. *Kachestvo i zhizn*, 2015, no. 4, pp. 37–45.

Received: 28 July 2022.

Reviewed: 3 December 2022.

УДК 123+159.9

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_12

## ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИ БЕЗОПАСНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ИНЖЕНЕРНОГО ВУЗА

**Аполлонов Иван Александрович,**

доктор философских наук, доцент,  
профессор кафедры истории, философии и психологии,  
obligo@yandex.ru

**Тучина Оксана Роальдовна,**

доктор психологических наук, доцент,  
профессор кафедры истории, философии и психологии,  
tuchena@yandex.ru

Кубанский Государственный Технологический университет,  
Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2.

В статье рассматриваются особенности безопасности человека в образовательной среде инженерного вуза. Методология исследования строится на различении безопасности как понятия и как концепта. Понятие «безопасность» обладает логически отрицательным содержанием, связанным с купированием опасностей и угроз. В концепте достигается положительный смысл, связанный как с объективными особенностями среды, так и с личными качествами человека как субъекта, действующего в данной среде и взаимодействующего с другими субъектами. Обосновано, что безопасность субъекта имеет двухуровневую структуру. Первый, праксиологический уровень представляет собой «защитный кокон» привычных практик, который формируется в процессе габитуализации человеком его жизненной среды. На этом уровне безопасность связывается с доверием человека к освоенным жизненным практикам. Второй уровень представляет собой экзистенциальную безопасность, основанием которой выступает вера в предельные духовные ценности человеческой жизни. Этот уровень безопасности направлен на формирование нравственных качеств, позволяющих самосовершенствоваться, оставаясь при этом достойным человеком. Рассмотрена взаимосвязь уровней безопасности применительно к образовательной среде инженерного вуза. Показано, что безопасность субъекта в образовательной среде инженерного вуза предполагает не просто освоение данной среды и адаптацию к её угрозам, а реализацию в ней смыслов и ценностей своей жизни.

**Ключевые слова:** инженерное образование, образовательная среда вуза, онтологическая безопасность, праксиологическая безопасность, экзистенциальная безопасность, доверие, вера, личностная идентичность, субъектность.

### Введение

Одной из основных особенностей развития высшего образования в России является повышение внимания к подготовке инженерных кадров как объективной потребности государства. В условиях импортозамещения в целом ряде секторов российской экономики заметен недостаток в высококвалифицированных инженерных кадрах, готовых к комплексному решению профессиональных задач. Президент РФ Владимир Путин на заседании Совета по стратегическому развитию и нацпроектам 18.07.2022 г. назвал повышение качества подготовки инженерных и IT-специалистов одной из приоритетных задач развития государства: «Выход на новое качество подготовки кадров – это первоочередная задача, так как без ее решения у нас не будет технологического будущего. Начинаться эта работа должна еще в школе» [1].

Для современного инженерного образования значимым является не только овладение научно-техническими знаниями и умениями, но также социальными и общекультурными, что обусловлено обострением проблем выживания цивилизации в условиях глобального кризиса [2]. Рассмотрение высшего образования как системы, способствующей формированию определенных социальных, профессиональных и личностных компетенций выпускников вуза, актуализирует в современной науке значимость понимания образования как особой среды, в которой человек не просто получает определённые профессиональные навыки, но и развивается как многогранная разносторонняя личность. Образовательная среда инженерного вуза должна быть ориентирована на создание условий, способствующих формированию общекультурных, общепрофессиональных компетенций, лич-

ностных качеств студентов, их адаптивных способностей. При этом особой комплексной проблемой образовательной среды инженерного вуза является проблема ее безопасности, поскольку безопасность является базовой основой устойчивого развития личности, а особенности инженерного образования несут в себе ряд специфических опасностей и угроз.

### Методология исследования

Стержневой онтологической характеристикой человека является его экзистенциальная открытость, незавершенность, выраженная в афоризме Ж.П. Сартра: «Существование человека предшествует его сущности» [3]. Соответственно, человек – это не только имеющаяся в наличии данность того, что он собой представляет, но, прежде всего, его устремленность к горизонтам своих бытийных смыслов, тому, кем он должен быть. При этом экзистенциальная открытость являет собой неопределенность свободы человека как субъекта своего бытия, свободы быть, быть именно этим, без чего невозможно быть собой.

Наличный и проектный модусы человеческого существования предполагают различные подходы к безопасности личности. В первом модусе безопасность предполагает сохранение, сбережение того, что есть в наличии от имеющихся и возможных опасностей и угроз. Однако бытийная открытость, направленность человека в неопределенное будущее, неопределенность которого имеет не только внешний, объективный характер того, чего ещё нет, не наступившего события, но и, прежде всего, это неопределенность, проективная открытость собственного «Я» как субъекта этих событий предполагает уже иное, положительное содержание безопасности. В данном контексте «безопасность от-» трансформируется в «безопасность для-». Исследование подобной трансформации, вскрытие особенностей безопасности как необходимого фактора самосозидания личности и является целью данной статьи. Наиболее ярко подобные особенности проявляются в образовательной среде вуза, поскольку именно в этой среде формируются горизонты жизненных целей и возможностей человека, и в пространстве этих горизонтов раскрывается его субъектная позиция. В особой степени это относится к инженерному образованию, поскольку в нём, помимо опасностей и угроз, которые таит в себе сложное оборудование

учебных лабораторий, существенны риски для профессионального и личностного развития будущего инженера.

Для решения поставленной задачи необходимо различать безопасность как понятие и безопасность как концепт. Если понятие отображает предмет мысли в его существенных признаках, то концепт представляет собой «схватывание» смыслов проблемы в единстве речевого высказывания [4]. Такое «схватывание» отходит от понятийной однозначности и позволяет выявить процесс смыслопорождения в его полноте и многоаспектности [5]. При этом концепт не сводится к эклектичному соединению ширящегося многообразия различных смыслов, а представляет собой их внутреннюю целостность. Подобная целостность достигается посредством вывода этих смыслов на уровень культурной ценности, поскольку концепт не только категория, охватывающая различные смыслы, но и ценность определённой культуры [6].

Понятие «безопасность» является логически отрицательным, его смысловое содержание строится на отсутствии опасностей, вреда и ущерба. Такой смысл предполагает сохранность какого-либо объекта, главным образом человека (личная безопасность, безопасно для здоровья) или общества (общественная безопасность, государственная безопасность, глобальная система безопасности), но также им может выступать природа (экологическая безопасность) или техника (к примеру, обезопасить технику от перепадов напряжения). Подобным образом в программе развития ООН 1994 г. рассматривается безопасность человека, которая охватывает продовольственную, экономическую, экологическую, политическую безопасность, а также безопасность личности от дискриминации, физического насилия и безопасность для его здоровья [7]. Подобный же отрицательный и охранительный смысл остаётся и при рассмотрении безопасности в качестве общественной ценности: она направлена не на то, чтобы добиться чего-то доброго и достойного, а чтобы избежать ещё более худшего [8]. Тем самым смысловым содержанием данной ценности является максимальная сохранность того, что имеется в наличии.

Логически отрицательное содержание данного понятия предполагает производность безопасности от той или иной опасности или же их совокупности и, соответственно, взаи-

мосвязанность с ними. Но вместе с тем смысловая взаимосвязь опасности и сохранности предполагает соединение в концепте «безопасность» её объекта (кого (или что) предполагается обезопасить) и среды как того, что таит в себе угрозы. Поэтому рассмотрение безопасности предполагает исследование особенностей как её объекта, так и среды, в которой пребывает этот объект [9].

Если «безопасность» как понятие обладает лишь отрицательным содержанием, указывающим на отсутствие опасности, то в её концепте может открыться уже положительный смысл, предполагающий существенные черты безопасной среды, а также личностные качества и особенности социума, необходимые для противодействия опасности при достижении определённых жизненных целей и задач. В данном контексте безопасность – это не только укрощение угроз, существующих в настоящее время, но и окультуривание будущих, потенциальных опасностей [10]. Поэтому концепт «безопасность» релевантен культуре безопасности.

С одной стороны, окультуриваются внешние для человека и социума опасности, как со стороны стихии (строительство дамб, защитных лесополос, систем пожаротушения, больниц, хранилищ продовольствия и т. п.), так и со стороны других социумов (строительство оборонительных сооружений, создание оборонных систем вооружения). Тем самым организуется структура безопасного пространства, которое превращается в безопасную среду посредством формирования соответствующих навыков противостояния стихии, вооружённому нападению, а также социальной организации подобного противостояния.

Но, с другой стороны, и это в контексте данной темы представляется наиболее важным, окультуриваются угрозы внутренние, исходящие как от своего социума, так и от самого человека. И это не только и даже не столько организация мер безопасности от агрессивных и деструктивных действий членов социума, но, прежде всего, формирование внутриличностных механизмов регуляции и саморегуляции, позволяющих эффективно предотвращать угрозы или же адекватно на них реагировать. Собственно, культура как система норм и запретов является производной от подобной безопасности.

Таким образом, методы исследования безопасности субъекта в образовательной среде

инженерного вуза состоят в экспликации средовых особенностей образования и связанных с ними опасностей и угроз, с одной стороны, и, с другой стороны, свойств субъекта, которые позволяют преодолевать опасности и угрозы личностного становления студента. Тем самым из логически отрицательного понятия «безопасность» мы получим положительное содержание безопасности как концепта.

### Результаты исследования

Рассматривая ценностно-смысловое содержание представлений о безопасности как о концепте, есть необходимость обратиться к категории Э. Гидденса «онтологическая безопасность», которая в обществе риска представляет собой «защитный кокон» человека. Этот «кокон» формируется в контексте повседневных рутинных практик человека, всего того, что для него становится «обычным делом», и делают его жизнь нормальной и предсказуемой [11]. Субъектной стороной онтологической безопасности является доверие, которое представляет собой не только субъективное чувство, но и субъективное основание жизненной активности человека в контексте его повседневных дел и забот. При такой деятельности степень риска жизненных практик человека стремится к нулю, что и определяет устойчивость его жизненного мира, который и становится убежищем от рисков непредсказуемой событийности макромира. Но вместе с тем подобная устойчивость бессобытийной повседневности позволяет человеку действовать и в мире событий, позволяя соотносить свои возможности со средовыми рисками для достижения своих жизненных планов.

Подобное доверие представляет собой результат освоения человеком среды, которая изначально ощущалась как потенциально опасная. В контексте образовательной среды вуза такое доверие достигается посредством абитуализации, процесса, при котором студент осваивает изначально новую и непривычную для себя среду и чувствует себя в ней уверенно и комфортно. То необычное, что восхищало, удивляло и пугало абитуриента, в процессе обучения в вузе становится нормальным, обыденным и практически незаметным средовым фоном его студенческой жизни. Будущий инженер, осваивая технику безопасности, учится работать с оборудованием, понимает последствия своих действий, вырабатывает навыки

безопасной работы. Последовательное освоение технических систем под руководством наставников формирует ощущение «своей», привычной и поэтому безопасной среды в учебных лабораториях, на предприятиях, где проходит производственная практика.

Вместе с тем онтологическая безопасность человека предполагает его доверие к абстрактным социальным системам, которые формируют пространство относительной безопасности повседневной жизни людей. В контексте нашего исследования это прежде всего доверие человека и общества к естественным и техническим наукам, сложившегося в стране системе инженерного образования. Такое доверие обращено, с одной стороны, к содержательному компоненту, связанному с получением достоверного знания и качественного образования. Студент доверяет общей организации учебного процесса, компетентности своих преподавателей, авторов учебников и пособий. Для инженерных специальностей значимым фактором доверия является связь вуза с производством: студент видит, что специалисты данного профиля востребованы, получаемые им знания и навыки необходимы для успешной профессионализации. Это способствует уверенности будущего инженера в своих профессиональных возможностях, что позволяет ему строить карьерные планы и быть уверенным в завтрашнем дне.

Таким образом, в понятийно отрицательном концепте «безопасность» появляется первый положительный признак – доверие. Данный признак охватывает как область знания и опыта, связанного с отражением в сознании человека особенностей его жизненной среды, так и активный, деятельный аспект его жизни, позволяющий ориентироваться и действовать в этой среде. При этом доверие носит ярко выраженный праксиологический характер, связанный с жизненным опытом человека, осваивающего свою жизненную среду. Вместе с тем подобное доверие, в отличие от других форм веры, рационалистично, связано с совокупностью полученных знаний и их практическим применением, что позволяет учитывать различные факторы риска в привычной среде. Такая рациональность основана на очевидных основаниях опыта повседневной жизни, связанного с особенностями жизненной, в том числе образовательной среды человека, что позволяет минимизировать в ней различные факторы риска.

Выдвижение доверия в качестве главного признака онтологической безопасности, с одной стороны, позволяет рассматривать освоенные человеком жизненные практики в качестве «защитного кокона» в мире, где всякое действие и решение исчисляется в факторах риска. И доверие, формируемое в контексте жизненных практик человека, определяет рациональные основания подобных исчислений. Однако, с другой стороны, доверие ограничивает область безопасности праксиологией жизненных практик. Поэтому, на наш взгляд, термин Э. Гидденса «онтологическая безопасность» не вполне удачен, и житейский «защитный кокон» человека будет точнее обозначить как «праксиологическую безопасность», которая непосредственно связана со средовыми особенностями повседневной жизни человека, той областью, которая им освоена и в которой он чувствует себя привычно и уверенно.

Однако в границах такого «коккона» безопасность теряет своё экзистенциальное, метафизическое измерение, связанное с духовными основаниями веры, поскольку вера, в отличие от доверия, носит по преимуществу иррациональный характер, не выводимый из повседневной жизненной практики. Но именно вера способна вывести человека за пределы этой практики в область предельных жизненных смыслов и ценностей, определяющих бытийную сущность человека. Тем самым достигается безопасность в высшем метафизическом уровне человеческого существования, что обусловлено предельными духовными ценностями и внеисторическими смыслами, постижение и воплощение которых возможны на основе веры [12]. Вера в технический прогресс, в созидательную миссию человечества, в улучшение жизни человека посредством науки и техники является основой экзистенциальной безопасности будущего инженера.

Обозначенные выше основанный на доверии праксиологический и утверждаемый в вере экзистенциальный уровни безопасности находятся в сложной диалектической взаимосвязи. С одной стороны, они во многом противоположны, поскольку воплощают различные уровни бытия человека. Такое различие выражено, прежде всего, в ценностном аспекте, что на деле может вести к внутрличностному конфликту, к примеру, между экономической выгодой и повышением социального статуса в ближайшей перспективе и отдаленными деструктивными (к



примеру, экологическим) последствиями реализации технического проекта.

Но, с другой стороны, эти уровни безопасности взаимодополняют друг друга. Так, праксиологический уровень предполагает поиск жизнеспособных ценностных оснований повседневности, которые могут стать «защитным коконом» от информационно-психологических и манипулятивных воздействий от деструктивных идеологий и политехнологий [13]. Вместе с тем праксиологический уровень идентичности предполагает не только адаптацию к жизненной среде человека и габитуализацию непривычности новых сред и различных средовых изменений. Здесь немаловажен фактор жизненной перспективы, стремление к определённым достижениям, намечающим траектории личностного роста. И этот фактор, в той или иной степени присутствующий во всех жизненных средах человека, становится решающим в контексте вузовского образования, поскольку образовательная среда вуза имеет ярко выраженный транзитивный характер. Быть студентом, если не брать исчезающую малую прослойку «вечных студентов», – это не самоцель, а средство достижения генеральной личностной цели, определяющей общий каркас будущей жизни человека. В данном контексте значимым аспектом формирования профессиональной идентичности инженера является осознание своего соответствия или несоответствия представлению о «настоящем инженере» и стремление достичь этого образца [14].

Выход человека на более высокий экзистенциальный уровень безопасности личности связан с поиском тех духовных ценностей и предельных жизненных смыслов, которые способны определить идентичность как перспективу устойчивой целостности личностного «Я», что позволяет сформировать тот личностный стержень, который способен удержать самождественность человека во всех его изменениях и жизненных перипетиях. Проблема экзистенциальной безопасности особенно значимой является для студенческой молодёжи, поскольку этот возраст и транзитивный характер вузовской образовательной среды предполагают активный, склонный к радикализму поиск тех смысло-жизненных ценностей и целей, которые способны определить подлинность существования человека и соответствующее этой подлинности справедливое переустройство социальной

среды. И именно здесь велика опасность псевдо- и лжедуховных образований, которые, искажая высшие ценности человека и общества, способны привести своих адептов в тоталитарные секты, террористические или иные криминальные группы и структуры.

Экзистенциальная целостность человека как субъекта собственной жизни предполагает не просто взаимосвязь отдельных траекторий личностного роста (профессионального, семейного, гражданского, хобби и т. п.), а представляет собой нахождение своего ценностно-смыслового горизонта, в котором возможно утверждение единства и целостности собственного «Я» во всех этих траекториях. В пространстве этого горизонта достигается способность быть собой, обретается личностная значимость тех социальных ролей, которые определяют идентичность человека. Тем самым преобразуются довлеющие над личностью детерминанты социальной среды. То, что изначально представляет собой внеличностные силы, которые способны привести человека к рассубъективации, превратить его в «винтик» социальной машины, при их личностном освоении становятся внутренними мотивами собственной субъектной позиции человека в средовых пространствах его жизненного мира. Поэтому основой экзистенциальной безопасности образовательного пространства вуза являются напряжённые процессы самопонимания человеком своей идентичности в контексте личностного и профессионального становления.

Таким образом, данные уровни составляют своеобразную структуру личностной безопасности, её горизонтальную (праксиологический уровень) и вертикальную (экзистенциальный уровень) составляющие. Причём подобная структура непосредственно связана с идентичностью человека. В данном контексте безопасность направлена на сохранение устойчивой целостности человека во всех его жизненных изменениях и перипетиях, с одной стороны, а, с другой стороны, укрепление веры в идеалы и смысло-жизненные ценности раскрывает горизонты его личностного, духовного роста.

Современное инженерное образование предполагает, что, помимо традиционных ценностей и качеств, свойственных инженеру, сейчас востребовано такое качество, как способность к инновациям [15]. Соответственно, экзистенциальный уровень безопас-

ности предполагает формирование ценностных оснований таких свойств современного инженера, как открытость изменениям, умение осваивать новые знания и смежные области наук. Формированию данного уровня безопасности в инженерном вузе способствует общегуманитарная подготовка, позволяющая избежать ловушек псевдодуховности и умение видеть широкие экологические, социокультурные, гуманитарные последствия принятия тех или иных технических решений [16].

### Заключение

Безопасность личности не может быть сведена лишь к её защите от негативных внешних воздействий, предотвращению различных угроз и ликвидации их источников. Главным является безопасность внутриличностная, создание условий внутренней устойчивости, позволяющей человеку противостоять средовым угрозам и жизненным вызовам [17].

Соответственно, безопасность человека предполагает не только сохранение его как определенной объективной данности, но и сохранение его онтологической открытости. Подобное сочетание парадоксально, поскольку бытийная открытость человека основана на отрицании наличной данности его личности. Тем самым в категории личностной безопасности имплицитно заложен смысловой конфликт между человеком, имеющимся в наличии, и его возможностью стать другим, превзойти себя, что в контексте образовательной среды инженерного вуза предполагает диалектическую связь между имеющимися алгоритмами образования, связанными с привычностью имеющегося технологического уровня

производства и открытостью инновациям, которые перечёркивают такую привычность.

Подобный конфликт представляет собой основной нерв безопасности образовательной среды инженерного вуза. Он стягивает воедино праксиологический и экзистенциальный уровни безопасности личности, которые позволяют сохранить себя как индивида и не потерять в себе Человека, для которого инженерная специальность – это не набор компетенций, но важная и смыслобразующая часть его личности. Тем самым безопасность неотделима от процессов формирования личностной идентичности инженера, поскольку человек обретает себя в качестве субъекта своего бытия. Напротив, однобокое развитие каждого из уровней безопасности разрушает личностную идентичность человека, суть которой в достижении целостности бытийных уровней сущего, того, что представляет человек и его жизненный мир, и должного, ценностно-смысловых горизонтов его личностного становления. Разрушение этих уровней ведёт к рассубъективации, потере себя в крайностях обыденности, превращения в один из объектов повседневной среды, или же духа, который в своей оторванной от реальной жизни бесплотности легко оборачивается разрушающими личность и поработашающими человека метастазами лжедуховности.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-413-235002 «Самопонимание профессиональной идентичности молодежи в контексте представлений о будущем (на примере профессии инженера)».*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валерий Фальков доложил Президенту России о развитии системы подготовки инженеров, IT-специалистов и научных работников // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-ministerstva/55078/> (дата обращения: 12.05.2022).
2. Шевцова Г.В. Образовательная среда вуза как условие развития кадров технической интеллигенции // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. – 2010. – № 7. – С. 136–145.
3. Сартр Ж.П. Экзистенциализм – это гуманизм. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1953. – 42 с.
4. Неретина С.С. Концепт // Новая философская энциклопедия. URL: <https://iphlib.ru/library/collection/newphilenc/document/HASH28261615260566fbd37028> (дата обращения: 12.05.2022)
5. Фетисова Ю.В. Безопасность как культурный концепт // Омский научный вестник. – 2010. – № 1 (85). – С. 98–100.
6. Степанов С.Ю. Семиотика концептов // Семиотика: Антология / Составитель Ю.С. Степанов. – М.: Академический проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2001. – С. 603–612.
7. Human development report. United Nations Development Programme. – N.Y.: Oxford University Press, 1994. – 136 p.

8. Beck U. Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne. – Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1986. – 369 p.
9. Лялюк А.В., Тучина О.Р. Социальные представления абитуриентов и студентов о рисках образовательной среды современного вуза // Высшее образование в России. – 2019. – Т. 28. – № 11. – С. 56–67. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-11-56-67
10. Пуликовский К.Б., Гражданкин А.И. О риске свободы в безопасности (Что модернизировать в России: запреты «безопасности» или разрешение «свободы?») // Безопасность в техносфере. – 2013. – № 4. – С. 71–77.
11. Giddens A. Fate, Risk and Security // Modernity and Self-Identity: Self and Society in the Late Modern Age. – Cambridge: Polity Press, 1991. – P. 109–143.
12. Горлинский В.В. Экзистенциальная безопасность как парадигма сохранения человеческого существования // Философская мысль. – 2015. – № 2. – С. 1–24. DOI: 10.7256/2409-8728.2015.2.14351
13. Литвинов Э.П. Безопасность как философская категория // Электронное научное издание. Альманах «Пространство и время». – 2014. – Т. 7. – Вып. 1. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22885571> (дата обращения: 14.03.2022).
14. Шапошникова Т.Л., Тучина О.Р., Бурлаченко Л.С. Исследование динамики самопонимания личностью профессиональной идентичности (на материале исследования молодых инженеров и студентов инженерных специальностей) // Инженерное образование. – 2020. – № 27. – С. 77–90.
15. Кондратьев В.В., Казакова У.А. Онтология формирования представления об инженере инновационного типа // Инженерное образование. – 2022. – № 31. – С. 58–66. DOI: 10.54835/18102883\_2022\_31\_6
16. Шейнбаум В.С., Пятибратов П.В. Развитие компетенций системного мышления и ответственности студентов при проектировании инженерной деятельности // Казанский педагогический журнал. – 2021. – № 2. – С. 71–81. DOI: 10.51379/KPJ.2021.146.3.009
17. Аполлонов И.А., Тарба И.Д. Проблема оснований этнокультурной идентичности в контексте глобализации // Вопросы философии. – 2017. – № 8. – С. 30–42.

Дата поступления: 08.09.2022 г.

Дата принятия: 20.12.2022 г.

UDC 123+159.9

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_12

## ONTOLOGICAL GROUNDS FOR EDUCATIONAL ENVIRONMENT SECURITY AT ENGINEERING UNIVERSITY

**Ivan A. Apollonov,**

Dr. Sc., associate professor, professor,  
obligo@yandex.ru

**Oksana R. Tuchina,**

Dr. Sc., associate professor, professor,  
tuchena@yandex.ru

Kuban State Technological University,  
2, Moskovskaya street, Krasnodar, 350072, Russia.

The article discusses the features of human security in the educational environment of an engineering university. The research methodology is based on the distinction between security as a concept and as a concept. The concept of «security» has a logically negative content associated with the relief of dangers and threats. The concept achieves a positive meaning associated both with the objective features of the environment and with the personal qualities of a person as a subject acting in this environment and interacting with other subjects. It is proved that the security of the subject has a two-level structure. The first, praxiological level is a «protective cocoon» of habitual practices, which is formed in the process of a person's habitualization of his living environment. At this level, security is associated with a person's trust in the mastered life practices. The second level is existential security, the basis of which is faith in the ultimate spiritual values of human life. This level of security is aimed at the formation of moral qualities that allow self-improvement, while remaining a decent person. The interrelation of security levels in relation to the educational environment of an engineering university is considered. It is shown that the security of a subject in the educational environment of an engineering university involves not just the development of this environment and adaptation to its threats, but the realization of the meanings and values of his life in it.

**Key words:** engineering education, university educational environment, ontological security, praxiological security, existential security, trust, faith, personal identity, subjectivity.

*The research was financially supported by the RFBR within the scientific project no. 19-413-235002 «self-understanding of youth professional identity within the ideas about the future (on the example of engineership)».*

### REFERENCES

1. Valeriy Falkov dolozhil Prezidentu Rossii o razvitiy sistemy podgotovki inzhenerov, IT-spetsialistov i nauchnykh rabotnikov [Valery Falkov reported to the President of Russia on the development of the training system for engineers, IT specialists and researchers]. *Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Rossiyskoy Federatsii*. Available at: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-ministerstva/55078/> (accessed: 12 May 2022).
2. Shevtsova G.V. Obrazovatel'naya sreda vuza kak uslovie razvitiya kadrov tekhnicheskoy intelligentsii [The educational environment of the university as a condition for the development of personnel of the technical intelligentsia]. *Izvestiya Yuzhnogo federal'nogo universiteta. Pedagogicheskie nauki*, 2010, no. 7, pp. 136–145.
3. Sartre J.P. *Ekzistencializm – eto gumanizm* [Existentialism is humanism]. Moscow, Publishing House of Foreign Literature, 1953. 42 p.
4. Neretina S.S. Kontsept [Concept]. *Novaya filosofskaya entsiklopediya*. Available at: <https://iphlib.ru/library/collection/newphilenc/document/HASH28261615260566fbd37028> (accessed: 12 May 2022).
5. Fetisova Yu.V. Security as a cultural concept. *Omsk Scientific Bulletin*, 2010, no. 1 (85), pp. 98–100. In Rus.
6. Stepanov S.Yu. Semiotika kontseptov [Semiotics of concepts]. *Semiotika: Antologiya* [Semiotics: Anthology]. Compiled by Yu.S. Stepanov. Moscow, Academic Project Publ.; Yekaterinburg, Business Book Publ., 2001. pp. 603–612.
7. *Human Development Report. United Nations Development Programme*. N.Y., Oxford University Press, 1994. 136 p.

8. Beck U. *Risikogesellschaft. Frankfurt am Main* [Risk society. Towards a New Modernity]. Frankfurt am Main, Suhrkamp, 1986. 369 p. In Deutsch.
9. Lyalyuk A.V., Tuchina O.R. Students' and applicants' social perceptions of the risks of educational environment at higher education institution. *Vysshee Obrazovanie v Rossii*, 2019, vol. 28, no. 11, pp. 56–67. In Rus. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-11-56-67
10. Pulikovskiy K.B., Grazhdankin A.I. About risk of freedom in safety (what to modernize in Russia: interdiction of «safety» or permissions of «freedom»?). *Safety in technosphere*, 2013, no. 4, pp. 71–77. In Rus. DOI: 10.12737/722
11. Giddens A. Fate, Risk and Security. *Modernity and Self-Identity: Self and Society in the Late Modern Age*. Cambridge, Polity Press, 1991. pp. 109–143.
12. Horlynskiy V.V. Existential security as a paradigm of the survival of humanity. *Philosophical thought*, 2015, no. 2, pp. 1–24. In Rus. DOI: 10.7256/2409-8728.2015.2.14351
13. Litvinov E.P. Security as a philosophical category. *Electronic Scientific Edition. Almanac Space and Time*, 2014, vol. 7, Iss. 1. In Rus. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22885571> (accessed: 14 March 2022).
14. Shaposhnikova T.L., Tuchina O.R., Burlachenko L.S. The research of the dynamics of self-understanding of professional identities (based on the research of young engineers and engineering students). *Engineering education*, 2020, no. 27, pp. 77–90. In Rus.
15. Kondratiev V.V., Kazakova U.A. Ontology of forming the image of innovative engineer. *Engineering education*, 2022, no. 31, pp. 58–66. In Rus. DOI: 10.54835/18102883\_2022\_31\_6
16. Sheinbaum V., Pyatibratov P. Development of competencies of systems thinking and responsibility of students in the design of engineering activities. *Kazan pedagogical journal*, 2021, no. 2, pp. 71–81. In Rus. DOI: 10.51379/KPJ.2021.146.3.009
17. Apollonov I.A., Tarba I.D. The problem of the grounds of ethno-cultural identity in the context of globalization. *Voprosy Filosofii*, 2017, no. 8, pp. 30–42. In Rus.

Received: 8 August 2022.  
Reviewed: 20 December 2022.

УДК 37.031

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_13

## ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА РОССИЙСКИХ ШКОЛЬНИКОВ: ПРИОРИТЕТЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Емельянова Ирина Никитична,**  
доктор педагогических наук, профессор,  
i.n.emelianova@utmn.ru

**Теплякова Ольга Андреевна,**  
кандидат юридических наук, доцент,  
o.a.teplyakova@utmn.ru

**Тепляков Дмитрий Олегович,**  
кандидат юридических наук, доцент,  
d.o.teplyakov@utmn.ru

Тюменский государственный университет,  
Россия, 625003, г. Тюмень ул. Володарского, 6.

Человек и его интеллект становятся ресурсом, который позволяет государству и обществу достигать высоких результатов в своем социально-экономическом развитии. Формирование и развитие интеллектуального потенциала личности должно опираться на выверенные теоретические позиции и находить отражение в нормативных правовых актах, закрепляющих права личности на реализацию своих интеллектуальных потребностей в системе образования. **Целью** нашего исследования является рассмотрение педагогических и нормативно-правовых аспектов поддержки интеллектуального потенциала российских школьников в целом и в сфере инженерно-технического образования. **Методы.** Исследование опиралось на обобщение и систематизацию отечественной и зарубежной литературы в контексте общих подходов к развитию интеллектуального потенциала личности; анализ правовых актов в сфере развития интеллектуального потенциала в системе общего образования, анализ практики инженерно-технического образования в российской общеобразовательной школе. **Результаты и научная новизна.** Анализ теоретических трудов позволил сформулировать ключевые тезисы в области развития интеллектуального потенциала личности: интеллектуальный потенциал личности – это достояние как личности, так и общества, развитие интеллектуального потенциала требует определенной среды, которую нужно формировать и поддерживать, интеллектуальный потенциал личности является значимый ресурс социально-экономического развития. Формирование интеллектуального потенциала осуществляется в ходе образования и обусловлено его качеством. На основе анализа государственных документов выделены основные направления образовательной политики российского государства в области формирования, развития и сохранения интеллектуального потенциала: поддержка интеллектуального потенциала нации в целом; создание особых условий для детей и молодежи, проявивших выдающиеся способности. Анализ практики реализации государственных приоритетов в развитии инженерно-технического образования требует не только нормативно-правовой поддержки, но и ресурсного обеспечения и качественной подготовки кадров.

**Ключевые слова:** интеллектуальный потенциал, государственные программы, олимпиадное движение, профильное обучение, дополнительное образование.

В современных экономических условиях Россия прилагает серьезные усилия для поддержки интеллектуального потенциала нации. Такая государственная политика обусловлена тем, что интеллектуальный потенциал личности и общества выступает важным фактором развития экономики. Новые экономические реалии, по мнению Ю.П. Похолкова, требуют создания широкого слоя технически образованного населения, особой плодородной почвы «для выращивания отечественной научной и инженерной элиты» [1. С. 59]. Качественную подготовку инженерных кадров «не-

обходимо осуществлять со школьной скамьи» [2. С. 215]. Инженерное образование следует рассматривать как часть (подсистему) системы образования страны, включая начальное, среднее, среднее специальное, высшее профессиональное, дополнительное к высшему образованию, повышение квалификации и профессиональную переподготовку.

В социально-экономическом плане интеллектуальный потенциал – это тот ресурс, который позволяет личности и обществу достигать высоких результатов в сфере экономики, техники и производства. Интеллектуальный

потенциал связан со способностью как личности, так и группы производить инновации, опираясь на «совокупность теоретических знаний, практического опыта и индивидуальных способностей работников» [3. С. 252]. В социально-личностном плане интеллектуальный потенциал – это «совокупность существенных сил» личности, реализация которых «обеспечивает возможность ее саморазвития и развития социальной системы» [4. С. 46]. Тема нашего исследования связана с развитием интеллектуального потенциала в инженерно-технической сфере. По мнению А.П. Усольцева, Т.Н. Шамало, инженерное мышление направлено «на обеспечение деятельности с техническими объектами» и отвечает следующим характеристикам: «политехническое, конструктивное, научно-теоретическое, преобразующее, творческое, социально-позитивное» [5. С. 6].

Предметом исследования в настоящей статье будет государственная поддержка интеллектуального потенциала личности на этапе школьного образования. Особо будет выделен приоритет инженерно-технического образования в сфере образовательной политики на этапе общего образования.

Сфера общего образования наиболее демократична и доступна большому количеству детей, что позволяет создать условия для развития интеллектуального потенциала большинства детей. Государственная поддержка интеллектуального потенциала на этапе школьного образования может выступить «социальным лифтом» для детей, проявивших выдающиеся интеллектуальные способности.

**Целью** нашего исследования является рассмотрение педагогических и нормативно-правовых аспектов поддержки интеллектуального потенциала российских школьников в целом и в сфере инженерно-технического образования.

Для реализации цели предполагается выполнить следующие задачи:

- выявить теоретические подходы отечественных и зарубежных исследователей к вопросу развития и сохранения интеллектуального потенциала личности в системе общего образования;
- выявить общие направления образовательной политики по поддержке и сопровождению интеллектуального потенциала личности;
- выявить приоритеты государственной политики в сфере инженерно-технического

образования и предложить направления совершенствования государственной политики.

*Первая задача* исследования связана с обзором литературы по проблеме формирования интеллектуального потенциала. Анализ литературы позволил сформулировать ряд тезисов.

*Интеллектуальный потенциал личности – это достояние как личности, так и общества, значимый ресурс социально-экономического развития. Соответственно государство и общество должны осуществлять необходимые меры, направленные на развитие интеллекта личности в системе общего и дополнительно образования.*

Существует непосредственная взаимосвязь интеллектуального потенциала личности и общества. Интеллектуальный потенциал общества – это производная от интеллектуального потенциала индивидов. Позиция ученых однозначна: «Человеческая личность становится главной, доминирующей формой общественного богатства» [4. С. 57]. Интеллектуальный потенциал не может проявляться и развиваться вне и помимо отдельных индивидов. В свою очередь, индивидуальный потенциал всегда формируется путем освоения того, что личность получает от общества. Общество обеспечивает условия для сохранения и развития интеллектуального потенциала каждой отдельной личности.

Расхождение научных точек зрения просматривается в сфере права на распоряжение (пользование) интеллектуальным потенциалом личности.

Наиболее традиционная точка зрения выражена следующим образом: развитие интеллектуального потенциала должно идти «в направлении, необходимом обществу, для дальнейшего его совершенствования» [4. С. 60]. Иными словами, государство и общество может и должно развивать в личности то, что является социально или экономически востребованным. Использование социальных ресурсов для развития интеллекта каждой отдельной личности должно быть обусловлено социально-экономической целесообразностью.

Существует и диаметрально противоположная точка зрения, она заключается в отстаивании позиции самооценности интеллектуального потенциала. Так, Б.Г. Юдин утверждает, что государство не должно канализировать

на многие годы вперед интеллектуальные возможности каждого из своих членов: «Как будто интеллектуальное развитие требуется человеку только на службе. Как будто, обеспечивая индивиду возможность получить высшее образование, общество не инвестирует в свое будущее, а всего лишь приносит жертву. Как будто, наконец, интеллектуальное развитие имеет смысл лишь для подготовки ресурсов для общества-государства и нисколько не является чем-то самоценным» [6. С. 135].

*Формирование интеллектуального потенциала осуществляется в ходе образования и обусловлено его качеством.*

Повышение интеллектуального потенциала общества возможно только при условии общей ориентировки образования на развитие интеллектуального потенциала личности. Интеллект, по мнению Д.М. Шакировой, «отражает сформированность мыслительных компетенций, обучаемость, сформированность когнитивных навыков, скорость переработки информации, тип организации знаний, соотношение познавательных процессов, контроль потребностей и т. д.» [7. С. 451]. Формирование интеллектуального потенциала М.А. Холодная связывает с формированием способности к обучению, обучаемостью и развитием в процессе обучения таких интеллектуальных качеств личности, как компетентность, инициатива, творчество, саморегуляция и уникальность склада ума (КИТСУ) [8]. Интеллектуальный потенциал личности может и должен на этапе обучения «обеспечивать высокий темп освоения им новых знаний, навыков, умений и компетенций», – считает И.В. Васильев [9. С. 105].

Формирование интеллекта – это длительный процесс влияния на познавательные процессы целого комплекса дидактических средств и методов. Обучение должно стимулировать все умственные способности, что позволит, по мнению Е.М. Ревенко, В.А. Сальниковой, «осуществить дифференциацию обучения, и даст возможность максимально раскрыть индивидуальные качества учащихся» [10. С. 84].

Позиции ученых расходятся в вопросах, связанных с признанием (не признанием) права интеллектуально одаренной личности на особые образовательные потребности.

Ряд ученых отстаивает необходимость обеспечивать равенство возможностей при реализации образовательных программ в си-

стеме школьного образования. Обучение в образовательной организации должно основываться на понимании, что «все дети разные, но они все равны с точки зрения своего права быть умными. Следовательно, всем учащимся должны быть предоставлены возможности для полноценного интеллектуального развития в условиях качественного школьного образования с последующим личным выбором своей интеллектуальной судьбы» [8. С. 205]. Сторонники данной точки зрения стоят на позиции социального выравнивания возможностей обучающихся. Так, итальянские исследователи М. Бернаскони и П. Профета обосновывают необходимость государственных расходов на образование таким образом, чтобы дети из бедных семей могли увеличить социальную мобильность за счет своих интеллектуальных способностей [11. С. 84]. Данную точку зрения разделяет немецкий ученый Д. Корнео, который считает, что социальное страхование влечет за собой лучшее распределение талантов в обществе [12. С. 79].

Альтернативная позиция основывается на утверждении: интеллектуально одаренные дети имеют особые потребности. Отсутствие дифференциации для интеллектуально одаренных – это нарушение их права на развитие. Американские исследователи С. Рейс и Д. Рензулли обосновывают высокую потребность в образовательных программах для одаренных детей, что является условием креативности и творческой продуктивности населения в целом [13. С. 308].

*Развитие интеллектуального потенциала требует определенной среды, которую нужно формировать и поддерживать.*

Для формирования интеллектуального потенциала нужны особые условия. Исследователи отмечают влияние семейного окружения на развитие талантов ребенка, связывая развитие интеллектуального потенциала ребенка с семейными традициями, ценностями, стилем воспитания [14. С. 13–14]. Для формирования интеллектуального потенциала нужна интеллектуальная среда, которая для общеобразовательной школы «представляет собой специально созданную педагогическую систему, обеспечивающую реализацию интеллектуального потенциала учащегося посредством включения компонентов традиционного и развивающего обучения, предоставляющую возможность выбора школьником индивидуальной траектории обучения в период с пер-



вого по одиннадцатый класс и перехода учащегося с позиции объекта в позицию субъекта образования» [15. С. 9].

Признавая значение интеллектуально обогащенной среды для формирования интеллекта личности, ученые расходятся в определении общих механизмов сопровождения.

Первая позиция: нужно в целом поднимать уровень интеллектуального развития в образовательной организации, создавая стимулирующую среду. К индикаторам, характеризующим условия формирования интеллектуального потенциала, ученые относят: количество учеников в классе; зарплату учителей; информационную насыщенность образовательной среды учителей и учащихся и возможности доступа к ним каждого учителя и ученика [7. С. 454]. Эти и другие меры создадут условия для стимулирования развития интеллектуального потенциала школьников в целом.

Вторая позиция: должны быть программы сопровождения для интеллектуально одаренных детей, которые реализуются специально подготовленными педагогами. «Одаренные или талантливые дети должны быть включены в область специального образования и специальные программы, а также специально подготовленный персонал должен быть включен в их образование», – считают турецкие исследователи С. Тантая, О. Куртб [16]. Также успешные формирующие эксперименты гонконгских ученых доказывают эффективность программ наставничества [17. С. 268].

Ученые доказывают необходимость введения обогащенных программ поддержки одаренных детей. Включаясь в такого рода программы, «дети показывают научные характеристики мышления, богатые знания, захватывающее воображение, способность искать различные подходы к решению проблем. Они с радостью бросают вызов другим и рады принять вызов, который им бросили» [18. С. 365]. Зарубежными учеными критикуется сложившаяся повсеместно практика обучения детей, демонстрирующих высокие интеллектуальные способности, в массовой школе. Такая ситуация порочна в силу того, что не подвергает обучающихся «рisku не реализовать свой потенциал» [14]. Турецкие ученые Н. Байкоч, Д. Айдемир, Б. Уяроглу настаивают на введении стратегии дифференциации для реализации образовательных потребностей детей с учетом их интеллектуальных способностей [19. С. 1133].

Таким образом, анализ теоретических трудов выявил совпадение точек зрения отечественных и зарубежных ученых в отношении оценки значимости общего образования для развития интеллектуального потенциал личности; необходимости создания особой среды для поддержки интеллектуальной одаренности; ответственности государства и общества за формирование, развитие и сохранение интеллектуального потенциала личности. Расхождение научно-педагогических позиций ученых связано с признанием права интеллектуально одаренной личности на особые потребности, особые условия, на стремление развивать свой интеллектуальный потенциал в соответствии со своими интересами и потребностями.

*Вторая задача* нашего исследования связана с выявлением основных направлений государственной поддержки развития интеллектуального потенциала российских школьников в целом. Мы проанализировали следующие документы: Конституция Российской Федерации, Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», Федеральный закон «О федеральном бюджете на 2020 год и на плановый период 2021 и 2022 годов», федеральные программы, указы Президента РФ, постановления и распоряжения правительства РФ, федеральные государственные образовательные стандарты.

В Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации» декларируется необходимость интеллектуального развития человека в процессе получения образования (п. 1, ст. 2). Интеллектуальное развитие относится к сфере прав человека, которые должны не только декларироваться, но обеспечиваться «путем создания социально-экономических условий» [20]. Тема интеллектуального развития не только долгое время остается на повестке в сфере образовательной политики российского государства, но постепенно переходит в ранг приоритетных. Публичная декларация целей и задач Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на 2019 год выдвигает на первый план в своей деятельности «развитие интеллектуального потенциала нации» [21].

Формирование интеллектуального потенциала обучающихся в образовательных программах общего образования отражено в федеральных государственных образовательных стандартах. Обратимся к приказу Мини-

стерства образования и науки Российской Федерации «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования», в котором установлены требования к результатам освоения обучающимися основной образовательной программы основного общего образования.

Существующий ФГОС ориентирует общее образование на «формирование научного типа мышления, научных представлений о ключевых теориях, типах и видах отношений, владение научной терминологией, ключевыми понятиями, методами и приемами». В процессе освоения образовательной программы обучающиеся должны научиться «устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы». Задачей основного общего образования является «формирование целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики». Метапредметные результаты освоения образовательной программы основного общего образования отражают умение обучающихся «формулировать для себя новые задачи в учебе и познавательной деятельности, развивать мотивы и интересы своей познавательной деятельности». Наряду с образовательной деятельностью учащиеся должны овладеть учебно-исследовательской деятельностью [22]. Указанные результаты освоения образовательной программы нацелены на формирование научного и интеллектуального потенциала будущих выпускников школ.

Однако при определении личностных, метапредметных и предметных результатов во ФГОС особые потребности признаются за группой лиц, имеющих ограничения здоровья (глухие, слабослышащие, позднооглохшие, лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата, с расстройствами аутистического спектра). Для интеллектуально одаренной личности ни особые условия, ни результаты, на которые должна ориентироваться система образования, не обозначены в рамках овладения основной образовательной программой.

При этом Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» признает особые потребности интеллектуально одаренной личности, которые должны быть реализованы в рамках общего образования. В статье пятой указанного закона декларируется необходимость оказывать содействие лицам, про-

явившим выдающиеся способности и показавшим высокий уровень интеллектуального развития. В данной части мы видим расхождение ФГОС со статьей пятой Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации».

С одной стороны, очевидно, что государство озабочено серьезностью проблемы формирования интеллектуального потенциала нации и выражает готовность направлять на решение данной задачи организационные и финансовые ресурсы. Следуя общим ориентирам образовательной политики государства, образовательные организации перестраивают учебные программы в направлении общего интеллектуального развития как в предметной, так и метапредметной областях знаний. Поддерживается право на интеллектуальное развитие каждого субъекта образовательного процесса.

С другой стороны, в массовой школе реализация права интеллектуально одаренной личности на реализацию особых потребностей осуществляется не через основную программу, а через создание дополнительных условий за пределами образовательной программы. Это может быть дополнительное образование, нетипичные образовательные организации, профильные школы, где обучение может осуществляться либо за дополнительную плату, либо на конкурсной основе.

Реализовать свое право на особые условия интеллектуально одаренная личность может в системе дополнительного образования. В государственной программе Российской Федерации «Развитие образования» выделена подпрограмма «Развитие дополнительного образования детей, выявление и поддержка лиц, проявивших выдающиеся способности» [23]. На программу «Развитие образования» в 2020 г. было предусмотрено выделение финансирования в размере 241,5 млрд р. [24]. Размер финансирования на подпрограмму «Развитие дополнительного образования детей, выявление и поддержка лиц, проявивших выдающиеся способности» [25] в 2020 г. – 12,9 млрд р., что составляет 5,3 % от всего финансирования на развитие образования.

Оценить данный объем можно через сопоставление размеров финансирования со статистическими данными по количеству одаренных детей. Колебания в определении процента одаренных детей в разных странах весьма значительные: от 7 до 90 %. Российская Фе-

дерация показывает цифру одаренных около 7 %, «потенциально одаренных» до 30 % [26]. Цифра 5,3 % – это тот ресурс, который может быть направлен на особые образовательные потребности лиц, имеющих выдающиеся интеллектуальные способности. Безусловно, потребности одаренных в той или иной мере могут быть обеспечены. Но если создавать условия для потенциально одаренных, а их значительно больше, то выделяемых ресурсов будет недостаточно.

Выделенные средства направляются на олимпиады и конкурсы; денежные поощрения; обогащенные образовательные программы; создание и функционирование нетипичных образовательных организаций.

Олимпиады и конкурсы представлены Всероссийской олимпиадой школьников, олимпиадами Министерства просвещения, олимпиадами, организуемыми общественными фондами и организациями. Перечень олимпиад утверждается Минпросвещения ежегодно. В период с 2012 по 2020 гг. количество олимпиад в перечне варьировалось от 53 до 97. Форматы проведения разнообразны: могут проходить в форме решения задач, в форме защиты проекта, модели, инновационной разработки. Все олимпиады и конкурсы, входящие в перечень Министерства Просвещения РФ, дают особые права при поступлении в российские вузы. В таких олимпиадах участвует около 700 тыс школьников (примерно 5 % всех школьников). Во Всероссийской олимпиаде принимают участие значительно больше учеников – около 7 миллионов. Это примерно 50 % школьников [27]. Безусловно, олимпиадное движение расширяет ресурсы для демонстрации школьниками своих интеллектуальных возможностей, является мощным стимулирующим фактором интеллектуального развития.

Денежные поощрения представлены стипендиями для тех обучающихся, школьников или студентов, которые уже показали высокие результаты в той или иной области знания. Существуют стипендии федеральные, субъектов федерации, муниципальные, стипендии общественных фондов и организаций. Стипендии выделяются лицам, имеющим выдающиеся достижения.

Для интеллектуально одаренных детей создаются обогащенные программы как в традиционной практике учреждений дополнительного образования, так и в нетипичных образовательных организациях. Примеры

таких организаций: Международный детский центр «Артек», Всероссийский детский центр «Орленок», Всероссийский детский центр «Океан», Всероссийский детский центр «Смена». Обогащенные программы для интеллектуально одаренных детей предоставляет образовательный центр «Сириус», охватывая следующие направления: математика, физика, биология, химия, информатика и проектная направленность [28].

Олимпиады, конкурсы, обогащенные программы, обучение в нетипичных образовательных организациях создает стимулирующую среду для развития интеллекта и в перспективе обеспечивает для интеллектуально одаренных детей «социальный лифт» для реализации своих достижений и талантов.

Проведенный анализ позволил выделить основные направления образовательной политики российского государства в сфере формирования, развития и сохранения интеллектуального потенциала:

- поддержка и развитие интеллектуального потенциала нации в целом;
- обеспечение условий для детей и молодежи, проявивших выдающиеся способности.

*Третья задача* исследования направлена на выявление приоритетов государственной политики в сфере инженерно-технического образования. Инженерное образование выступает приоритетом государственной политики в развитии талантов. В 2014 г. на заседании Совета по науке и образованию под председательством В.В. Путина была поставлена задача модернизации отечественной системы инженерного образования [29].

Реализация образовательной политики в области интеллектуального развития опирается на государственные приоритеты, которые обусловлены потребностями социально-экономического развития страны. В настоящее время к приоритетам государственной поддержки относится техническое творчество, которое финансируется как отдельный проект федерального бюджета РФ. Данные приоритеты обозначены в «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» [30], которая определяет курс на переход к цифровым, интеллектуальным, производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, созданию систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.

На поддержку интеллектуального потенциала детей и молодежи в значимых для государства и общества сферах выделяются отдельные средства. Так, на развитие технического творчества через создание федеральной сети детских технопарков Кванториум в 2020 г. в федеральном бюджете выделено 3,3 млрд р. [31], что увеличивает расходы на одаренных детей за счет этой программы еще на четверть. Данный проект нацелен на содействие «ускоренному техническому развитию детей и реализации научно-технического потенциала российской молодежи, на создание и развитие системы современных инновационных площадок интеллектуального развития и досуга для детей и подростков на территории России» [32].

Следствием такой политики является увеличение олимпиад по инженерному профилю. Если в 2012 г. олимпиад инженерного профиля просто не было, то в 2019 г. таких олимпиад стало уже 12.

В массовой школе политика поддержки интеллектуального потенциала в научно-технической сфере реализуется через фундаментальную подготовку будущих инженеров за счет разработки специальных программ по физике, математике и информатике, в значительной степени интегрированных между собой [33].

Решение данной задачи реализуется через профильное обучение, которое позволяет «более полно учитывать интересы, склонности и способности учащихся, создавать условия для обучения старшеклассников в соответствии с их профессиональными интересами и намерениями в отношении продолжения образования» [34]. Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» закреплена деятельность образовательной организации на основе дифференциации содержания с учетом образовательных потребностей и интересов обучающихся, обеспечивающих углубленное изучение отдельных учебных предметов, предметных областей соответствующей образовательной программы.

Для успешной реализации профильного обучения в инженерно-технической области ключевыми являются организационные, кадровые и научно-технические ресурсы. Чтобы сформировать инженерное мышление, обучающиеся должны не только получать фундаментальную подготовку, но и комбинировать полученные знания, решая конкретные практические прикладные технические зада-

чи. Простого углубления и увеличения фундаментальной предметной подготовки явно недостаточно.

Профильное обучение требует широкого использования современного оборудования и технологий (конструкторов, ИКТ, лабораторного оборудования, станков с ЧПУ, 3D принтеров, интерактивных столов и пр.), которые составляют необходимую технологическую среду для инженерно-технологической подготовки [35. С. 304]. Для обеспечения такого рода условий задействуются как внутренние, так и внешние ресурсы [26. С. 58].

Достаточно эффективно показала себя в инженерно-технической подготовке сетевая форма взаимодействия, что позволяет «привлекать ресурсы участвующих сторон и обеспечивать академическую мобильность обучающихся, качество обучения, а также удовлетворять возрастающую потребность в инженерном образовании будущих выпускников школ на региональном уровне» [27. С. 124].

Усилия государства, направленные на развитие инженерного образования, дают свои результаты, что можно проследить по международным рейтингам качества образования. В соревновании молодых учёных Европейского Союза – EU Contest for Young Scientists (EUCYS), которые позиционируются как официальный международный смотр научных и технических достижений лучших школьников-исследователей 43 стран, российские школьники удостоивались наград в 1997, 1999, 2000, 2001, 2003, 2004, 2009, 2015 [36]. Призовые места занимают российские школьники в международной олимпиаде I-SWEEP (Международный проект гармоничного мира – энергия, техника и окружающая среда) [37], а также на крупнейшем международном научном соревновании – выставка Intel ISEF [38]. Также российские школьники стабильно находятся в десятке сильнейших по физике, астрономии [39] и географии [40].

### Выводы

Исходя из вышеизложенного, мы видим следующие направления развития интеллектуального потенциала:

- определение особых требований в федеральных государственных образовательных стандартах к результатам освоения образовательной программы в рамках общего образования для интеллектуально

одарённой личности. Данную меру следует рассматривать как стимул для развития интеллектуального потенциала обучающихся и педагогов;

- создание в рамках общего образования треков для реализации особых потребностей интеллектуально одаренных детей, в результате чего интеллектуально одаренные дети получают доступ к обогащенному содержанию, методам и формам обучения;
- развитие сетевых профильных программ в сфере инженерного образования, что позволит включить ресурсный потенциал

предприятий, научных лабораторий в систему общего образования;

- обеспечение подготовки кадров для работы с обучающимися, демонстрирующими высокие интеллектуальные достижения. Владение педагогами интеллектуально развивающими средствами и методами положительно скажется на развитии мышления школьников и на их реальных достижениях.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-07134.*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Похолоков Ю.П. Национальная доктрина опережающего инженерного образования в России в условиях новой индустриализации: подходы к формированию, цель, принципы // Инженерное образование. – 2012. – № 10. – С. 50–65.
2. Мерзлякова Д.Р., Мирошниченко А.А. Разработка методики обучения школьников в профильных инженерно-технологических классах // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 10. – С. 211–215.
3. Лаврентьев В.А., Шарина А.В. Потенциальная энергия в бизнесе. Интеллектуальный потенциал предприятия: понятие, структура и направления его развития // Креативная экономика. – 2009. – № 2. – С. 83–89.
4. Кунгурцева Г.Ф. Интеллектуальный потенциал как основа современного управления // Социум и власть. – 2011. – № 1 (29). – С. 46–50.
5. Усольцев А.П., Шамало Т.Н. О понятии «инженерное мышление» // Формирование инженерного мышления в процессе обучения: материалы междунар. науч. конф. Т. 1. – Екатеринбург: Изд-во УГПУ, 2015. – С. 3–9.
6. Юдин Б.Г. Интеллектуальный потенциал личности // Человеческий потенциал как критический ресурс России / отв. ред. Б.Г. Юдин. – М.: Институт философии РАН, 2007. – С. 5–18.
7. Шакирова Д.М. Критерии оценки интеллектуального и образовательного потенциалов в информационном обществе // Образовательные технологии и общество. – 2010. – № 3. – Т. 13. – С. 445–455.
8. Холодная М.А. Психология интеллекта: Парадоксы исследования. – СПб.: Питер, 2002. – 272 с.
9. Васильев И.А. Качественное образование – детерминанта прироста интеллектуального потенциала страны // Образование и наука. – 2013. – № 9 (108). – С. 103–120.
10. Ревенко Е.М., Сальников В.А. Сравнительный анализ проявлений вербальных и невербальных компонентов умственных способностей у юношей и девушек, различающихся уровнем интеллекта // Образование и наука. – 2013. – № 2 (101). – С. 74–85.
11. Bernasconi M., Profeta P. Public education and redistribution when talents are mismatched // European Economic Review. – 2012. – V. 56 (1). – P. 84–96. DOI: 10.1016/j.eurocorev.2011.06.001
12. Corneo G. Work norms, social insurance and the allocation of talent // Discussion Paper Series of SFB/TR 15 Governance and the Efficiency of Economic Systems 405, Free University of Berlin, Humboldt University of Berlin, University of Bonn, University of Mannheim, University of Munich. URL: <https://econpapers.repec.org/paper/zbwfuhsbe/201312.htm> (дата обращения: 27.02.2022).
13. Reis S.M., Renzulli J.S. Is there still a need for gifted education? An examination of current research // Learning and Individual Differences. – 2010. – V. 20. – Iss. 4. – P. 308–317. DOI: 10.1016/j.lindif.2009.10.012
14. Pomortseva N.P. Teaching gifted children in regular classroom in the USA // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2014. – V. 143. – P. 147–151. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.377>
15. Мазур М.И. Образовательная среда школы как средство реализации интеллектуального потенциала учащихся: дис. ...канд. пед. наук. – Новосибирск, 2006. – 201 с.
16. Tantaya S., Kurt O. Research on Istanbul Beyazıt Ford Otosan primary school for gifted or talented children // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2014. – V. 152. – P. 1022–1028. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.09.267
17. Wai Ng E.Ch., Lai M.K., Chan C.C. Effectiveness of mentorship program among underprivileged children in Hong Kong // Children and Youth Services Review. – 2014. – V. 47 (3). – P. 268–273. DOI: 10.1016/j.childyouth.2014.09.021

18. Identifying young gifted children and cultivating problem solving abilities and multiple intelligences / Ch. Kuo, Ju. Maker, F. Su, Ch. Hu // *Learning and Individual Differences*. – 2010. – V. 20. – № 4. – P. 365–379. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.05.005>.
19. Baykoc N., Uyaroglu B., Aydemir D. Inequality in educational opportunities of gifted and talented children in Türkiye // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. – 2014. – V. 143. – P. 1133–1138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.566>
20. «Об образовании в Российской Федерации». Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) (дата обращения: 27.03.2022).
21. Публичная декларация целей и задач Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на 2019 год (утв. Минобрнауки России). URL: <https://legalacts.ru/doc/publicnaja-deklaratsija-tselei-i-zadach-ministerstva-nauki-i-vysshego/> (дата обращения: 27.03.2022).
22. «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования». Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 1897 от 17 декабря 2010 г. URL: <https://base.garant.ru/55170507/> (дата обращения: 27.03.2022).
23. «Об утверждении ведомственной целевой программы «Развитие дополнительного образования детей, выявление и поддержка лиц, проявивших выдающиеся способности». Распоряжение Министерства просвещения Российской Федерации от 20 июня 2019 г. № р-63. URL: <https://rulaws.ru/acts/Rasporyazhenie-Minprosvescheniya-Rossii-ot-20.06.2019-N-R-63/> (дата обращения: 27.03.2022).
24. «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования». Постановление Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2017 г. № 1642. URL: <https://base.garant.ru/71848426/> (дата обращения: 27.03.2022).
25. «Об утверждении ведомственной целевой программы «Развитие дополнительного образования детей, выявление и поддержка лиц, проявивших выдающиеся способности». Распоряжение Министерства просвещения Российской Федерации от 20 июня 2019 г. № р-63. URL: <https://rulaws.ru/acts/Rasporyazhenie-Minprosvescheniya-Rossii-ot-20.06.2019-N-R-63/> (дата обращения: 27.03.2022).
26. Свечникова Н.М., Ткаченко О.В. Формирование инженерного мышления в системе гимназического образования // *Технологический профиль обучения: модели, ресурсы, возможности сетевого взаимодействия: материалы V научно-практической конференции с межрегиональным участием*. – Краснодар, 23 июня 2020. – Краснодар: ГБОУ ДПО «Институт развития образования» Краснодарского края; МКУ «Центр развития образования» г. Новороссийск. 2020. – С. 58–62.
27. Использование возможностей сетевого взаимодействия для развития инженерно-математического образования школьников на уровне региональных структур / О.Р. Нерадовская, Ю.В. Данилкин, А.В. Васильев, О.В. Королёва, Л.Н. Ларина // *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Педагогика и психология*. – 2021. – № 1. – С. 113–124. DOI: [10.25688/2076-9121.2021.55.1.09](https://doi.org/10.25688/2076-9121.2021.55.1.09)
28. «Об утверждении Порядка комплектования обучающимися федеральных государственных бюджетных образовательных учреждений «Международный детский центр «Артек», «Всероссийский детский центр «Орленок», «Всероссийский детский центр «Океан» и «Всероссийский детский центр «Смена»». Приказ Минпросвещения России от 22.07.2019 N 384. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72832318/> (дата обращения: 27.03.2022)
29. Заседание Совета по науке и образованию. Под председательством Владимира Путина в Кремле состоялось заседание Совета при Президенте по науке и образованию // Президент России. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/45962> (дата обращения: 18.10.2020).
30. «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 // Президент России. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449> (дата обращения: 18.10.2019).
31. «О федеральном бюджете на 2020 год и на плановый период 2021 и 2022 годов». Федеральный закон от 02.12.2019 N 380-ФЗ // Президент России. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44957> (дата обращения: 18.10.2020).
32. Кванториум: миссия, цели и задачи // Кванториум. URL: <https://roskvanatorium.ru/kvantorium/> (дата обращения 04.05.2020).
33. Чиганов А.С., Грачев А.С. Начала инженерного образования в школе // *Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева*. – 2015. – № 2 (32). – С. 30–35.
34. «Об утверждении Концепции профильного обучения на старшей ступени общего образования». Приказ Министерства образования Российской Федерации от 18 июля 2002 года № 2783. URL: <https://base.garant.ru/184895/> (дата обращения 04.05.2020).
35. Махотин Д.А. Инженерная подготовка в технологическом образовании школьников // *Казанский педагогический журнал*. – 2016. – № 2-2 (115). – С. 301–304.
36. Соревнование молодых ученых Европейского Союза. URL: <https://xn--80accdhga3ib7bs.xn--p1ai/abeucus> (дата обращения 24.04.2020).

37. Winners // I-SWEEEP International Sustainable World (Engineering Energy Environment). URL: <http://isweeer.org/winners-media-gallery/> (дата обращения 24.04.2020).
38. Intel ISEF 2019 Special Awards Winners Announced // Society for Science & the Public. URL: <https://www.societyforscience.org/press-release/intel-isef-2019-special-awards-winners-announced/> (дата обращения 24.04.2020).
39. International Astronomy Olympiad // Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/International\\_Astronomy\\_Olympiad](https://en.wikipedia.org/wiki/International_Astronomy_Olympiad) (дата обращения 24.04.2020).
40. Previous iGeos // The International Geography Olympiad (iGeo). URL: <http://www.geoolympiad.org/previous.shtml> (дата обращения 24.04.2020).

Дата поступления: 10.08.2022 г.

Дата принятия: 29.11.2022 г.

UDC 37.031

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_13

## STATE SUPPORT FOR INTELLECTUAL POTENTIAL OF RUSSIAN SCHOOLCHILDREN IN THE CONTEXT OF LAW AND PEDAGOGY

**Irina N. Emelyanova,**

Dr. Sc., professor,  
Ei.n.emelianova@utmn.ru

**Olga A. Teplyakova,**

Cand. Sc., associate professor,  
o.a.teplyakova@utmn.ru

**Dmitry O. Teplyakov,**

Cand. Sc., associate professor,  
d.o.teplyakov@utmn.ru

Tyumen State University,  
6, Volodarsky street, Tyumen, 625003, Russia.

Human intelligence becomes a resource that allows the state and society to achieve high results in their social and economic development. State support of intellectual potential should be based on theoretical research and normative acts that enshrine human rights to realize intellectual needs in the educational system. **The aim** of this study is to identify pedagogical and legal problems of supporting the intellectual potential of Russian schoolchildren in general and in the field of engineering and technical education.

**Methods.** The article presents an analysis of theoretical approaches to the development of the human intellectual potential; analysis of legal documents in the field of state support of the intellectual potential development in secondary school; analysis of the practice of engineering and technical education in the Russian secondary school. **Results and scientific novelty.** An analysis of theoretical approaches made it possible to formulate key theses in the field of the development of the intellectual potential of the individual: the intellectual potential of the individual is a value for both the individual and society; the development of intellectual potential requires a certain environment that needs to be formed and maintained; the formation of intellectual potential is carried out in the course of education and is caused by its quality. Based on the analysis of state documents, the main directions of the educational policy of Russia in the field of formation, development and preservation of the intellectual potential are identified: supporting the intellectual potential of the nation in general; creation of special conditions for children and youth who have shown outstanding abilities. An analysis of the practice of implementing state priorities in the development of engineering and technical education requires not only regulatory support, but also resource support.

**Key words:** intellectual potential, state programs, movement of school competitions, specialized education, additional education.

*The reported study was funded by RFBR, project number 19-29-07134.*

### REFERENCES

1. Pokholkov Yu.P. National doctrine of advanced engineering education of Russia in the context of new industrialization: approaches to development, objectives, and principles. *Engineering education*, 2012, no. 10, pp. 50–65. In Rus.
2. Merzlyakova D.R., Miroshnichenko A.A. Development of the methods of study of schoolchildren in profile engineering and technological classes. *Modern high technologies*, 2018, no. 10, pp. 211–215. In Rus.
3. Lavrentyev V.A., Sharina A.V. Potentsialnaya energiya v biznese. Intellektualny potentsial predpriyatiya: ponyatie, struktura i napravleniya ego razvitiya [Potential energy in business. Intellectual potential of an enterprise: concept, structure and directions of its development]. *Kreativnaya ekonomika*, 2009, no. 2, pp. 83–89.
4. Kungurtseva G.F. Intellektualny potentsial kak osnova sovremennogo upravleniya [Intellectual potential as the basis of modern management]. *Sotsium i vlast*, 2011, no. 1 (29), pp. 46–50.
5. Usoltsev A.P., Shamalo T.N. O ponyatii «inzhenernoe myshlenie» [On the concept of «engineering thinking»]. *Formirovanie inzhenernogo myshleniya v protsesse obucheniya. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. T. 1* [Formation of engineering thinking in the learning process. Materials of the international scientific-practical conference. Vol. 1]. Yekaterinburg, USPU Publ. House, 2015. pp. 3–9.



6. Yudin B.G. Intelktualny potentsial lichnosti [Intellectual potential of personality]. *Chelovecheskiy potentsial kak kriticheskiy resurs Rossii* [Human potential as a critical resource of Russia]. Ed. by B.G. Yudin. Moscow, Institute of Philosophy RAS Publ., 2007. pp. 5–18.
7. Shakirova D.M. Kriterii otsenki intellektualnogo i obrazovatel'nogo potentsialov v informatsionnom obshchestve [Criteria for assessing the intellectual and educational potentials in the information society]. *Obrazovatelnye tekhnologii i obshchestvo*, 2010, no. 3, vol. 13, pp. 445–455.
8. Kholodnaya M.A. *Psikhologiya intellekta: paradoksy issledovaniya* [The psychology of intelligence: the paradoxes of research]. St. Petersburg, Piter Publ., 2002. 272 p.
9. Vasilyev I.A. High quality education as the growth determinant of the country's intellectual potential. *The Education and science journal*, 2013, no. 9 (108), pp. 103–120. In Rus.
10. Revenko E.M., Salnikov V.A. Comparative analysis of the manifestations of verbal and non-verbal components of mental abilities in boys and girls with different levels of intelligence. *The Education and science journal*, 2013, no. 2 (101), pp. 74–85.
11. Bernasconi M., Profeta P. Public education and redistribution when talents are mismatched. *European Economic Review*, 2012, vol. 56 (1), pp. 84–96. DOI: 10.1016/j.eurocorev.2011.06.001
12. Corneo G. *Work norms, social insurance and the allocation of talent*. Discussion Paper Series of SFB/TR 15 Governance and the Efficiency of Economic Systems 405, Free University of Berlin, Humboldt University of Berlin, University of Bonn, University of Mannheim, University of Munich. Available at: <https://econpapers.repec.org/paper/zbwfuksbe/201312.htm> (accessed: 27 February 2022).
13. Reis S.M., Renzulli J.S. Is there still a need for gifted education? An examination of current research. *Learning and Individual Differences*, 2010, vol. 20, Iss. 4, pp. 308–317. DOI: 10.1016/j.lindif.2009.10.012
14. Pomortseva N.P. Teaching gifted children in regular classroom in the USA. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2014, vol. 143, pp. 147–151. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.377>
15. Mazur M.I. *Obrazovatel'naya sreda shkoly kak sredstvo realizatsii intellektual'nogo potentsiala uchashchikhsya*. Cand. Dis. [Educational environment of the school as a means of realizing the intellectual potential of students. Cand. Diss.]. Novosibirsk, 2006. 201 p.
16. Tantaya S., Kurt O. Research on Istanbul Beyazıt Ford Otosan primary school for gifted or talented children. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2014, vol. 152, pp. 1022–1028. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.09.267
17. Wai Ng E.Ch., Lai M.K., Chan C.C. Effectiveness of mentorship program among underprivileged children in Hong Kong. *Children and Youth Services Review*, 2014, vol. 47 (3), pp. 268–273. DOI: 10.1016/j.childyouth.2014.09.021
18. Kuo Ch., Maker Ju., Su F., Hu Ch. Identifying young gifted children and cultivating problem solving abilities and multiple intelligences. *Learning and Individual Differences*, 2010, vol. 20, no. 4, pp. 365–379. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.05.005>
19. Baykoc N., Uyaroglu B., Aydemir D. Inequality in educational opportunities of gifted and talented children in Türkiye. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2014, vol. 143, pp. 1133–1138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.566>
20. *Ob obrazovanii v Rossiyskoy Federatsii. Federalnyy zakon ot 29.12.2012 № 273-FZ* [On Education in the Russian Federation. Federal Law No. 273-FZ dated December 29, 2012]. Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) (accessed: 27 March 2022).
21. *Publichnaya deklaratsiya tseley i zadach Ministerstva nauki i vysshego obrazovaniya Rossiyskoy Federatsii na 2019 god (utv. Minobrnauki Rossii)* [Public declaration of the goals and objectives of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation for 2019, (approved by the Ministry of Education and Science of Russia)]. Available at: <https://legalacts.ru/doc/publichnaya-deklaratsiya-tselei-i-zadach-ministerstva-nauki-i-vysshego/> (accessed: 27 March 2022).
22. *Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta osnovnogo obshchego obrazovaniya. Prikaz Ministerstva obrazovaniya i nauki Rossiyskoy Federatsii № 1897 ot 17 dekabrya 2010 g.* [«On Approval of the Federal State Educational Standard for Basic General Education». Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation No. 1897 dated December 17, 2010.]. Available at: <https://base.garant.ru/55170507/> (accessed: 27 March 2022).
23. *Ob utverzhdenii vedomstvennoy tselevoy programmy «Razvitiye dopolnitel'nogo obrazovaniya detey, vyyavleniye i podderzhka lits, proyavivshikh vydayushchiyesya sposobnosti».* *Rasporyazheniye Ministerstva prosveshcheniya Rossiyskoy Federatsii ot 20 iyunya 2019 g. № r-63.* [«On approval of the departmental target program “Development of additional education for children, identification and support of persons who have shown outstanding abilities”». Order of the Ministry of Education of the Russian Federation dated June 20, 2019 No. r-63.]. Available at: <https://rulings.ru/acts/Rasporyazhenie-Minprosveshcheniya-Rossii-ot-20.06.2019-N-R-63/> (accessed: 27 March 2022).
24. *Ob utverzhdenii gosudarstvennoy programmy Rossiyskoy Federatsii «Razvitiye obrazovaniya».* *Postanovlenie Pravitelstva Rossiyskoy Federatsii ot 26 dekabrya 2017 g. № 1642* [On approval of the state program of the Russian Federation «Development of education». Decree of the Government of the Russian Federation of December 26, 2017 No. 1642]. Available at: <https://base.garant.ru/71848426/> (accessed: 27 March 2022).

25. *Ob utverzhdenii vedomstvennoy tselevoy programmy «Razvitiye dopolnitelnogo obrazovaniya detey, vyyavlenie i podderzhka lits, proyavivshikh vydayushchiesya sposobnosti»*. Rasporyazhenie Ministerstva prosveshcheniya Rossiyskoy Federatsii ot 20 iyunya 2019 g. № r-63 [On approval of the departmental target program «Development of additional education for children, identification and support of persons who have shown outstanding abilities». Order of the Ministry of Education of the Russian Federation dated June 20, 2019 No. r-63]. Available at: <https://rulaws.ru/acts/Rasporyazhenie-Minprosveshcheniya-Rossii-ot-20.06.2019-N-R-63/> (accessed: 27 March 2022).
26. Svechnikova N.M., Tkachenko O.V. Formirovanie inzhenernogo myshleniya v sisteme gimnazicheskogo obrazovaniya [Formation of engineering thinking in the system of gymnasium education]. *Tekhnologicheskii profil obucheniya: modeli, resursy, vozmozhnosti setevogo vzaimodeystviya. Materialy V nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhhregionalnym uchastiyem* [Technological profile of education: models, resources, networking opportunities: materials of the V scientific and practical conference with interregional participation]. Krasnodar, June 23, 2020. Krasnodar, Institute for the Development of Education of the Krasnodar Territory; Center for the Development of Education, Novorossiysk, 2020. pp. 58–62.
27. Neradovskaya O.R., Daneikin Yu.V., Vasiliev A.V., Koroleva O.V., Larina L.N. Use of net interoperating means to develop schoolchildren's engineering and mathematical education at the regional level. *MCU Journal of Pedagogy and Psychology*, 2021, no. 1, pp. 113–124. In Rus. DOI: 10.25688/2076-9121.2021.55.1.09
28. *Ob utverzhdenii Poryadka komplektovaniya obuchayushchimisya federalnykh gosudarstvennykh byudzhethnykh obrazovatelnykh uchrezhdeniy «Mezhdunarodny detskiy tsentr "Artek"», «Vserossiyskiy detskiy tsentr "Orlyonok"», «Vserossiyskiy detskiy tsentr "Okean"» i «Vserossiyskiy detskiy tsentr "Smena"»*. Prikaz Minprosveshcheniya Rossii ot 22.07.2019 N 384 [On approval of the procedure for recruiting students to federal state budgetary educational institutions «International Children's Center "Artek"», «All-Russian Children's Center "Orlyonok"», «All-Russian Children's Center "Ocean"» and «All-Russian Children's Center "Change"». Order of the Ministry of Education of the Russian Federation of July 22, 2019 N 384]. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72832318/> (accessed: 27 March 2022).
29. *Zasedanie Soveta po nauke i obrazovaniyu. Pod predsedatelstvom Vladimira Putina v Kremle sostoyalos zasedanie Soveta pri Prezidente po nauke i obrazovaniyu. Prezident Rossii* [Meeting of the Council for Science and Education. Vladimir Putin chaired a meeting of the Presidential Council for Science and Education. President of Russia]. Available at: <http://kremlin.ru/events/president/news/45962> (accessed: 18 October 2020).
30. O Strategii nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii. Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 01.12.2016 g. № 642 [On the Strategy for Scientific and Technological Development of the Russian Federation. Decree of the President of the Russian Federation No. 642 dated December 1, 2016]. *President of Russia*. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449> (accessed: 18 October 2019).
31. O federalnom byudzhetе na 2020 god i na planovy period 2021 i 2022 godov. Federalny zakon ot 02.12.2019 N 380-FZ [On the federal budget for 2020 and for the planning period of 2021 and 2022." Federal Law No. 380-FZ of December 2, 2019]. *President of Russia*. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44957> (accessed: 18 October 2020).
32. Kvantorium: missiya, tseli i zadachi [Quantorium: mission, goals and objectives]. *Children's technology parks Kvantorium*. Available at: <https://roskvantorium.ru/kvantorium/> (accessed 4 May 2020).
33. Chiganov A.S., Grachev A.S. The beginning of engineering education in schools. *The bulletin of KSPU named after V.P. Astafyev*, 2015, no. 2 (32), pp. 30–35. In Rus.
34. *Ob utverzhdenii Kontseptsii profilnogo obucheniya na starshey stupeni obshchego obrazovaniya. Prikaz Ministerstva obrazovaniya Rossiyskoy Federatsii ot 18 iyulya 2002 goda № 2783* [On approval of the Concept of specialized education at the senior level of general education. Order of the Ministry of Education of the Russian Federation of July 18, 2002 No. 2783]. Available at: <https://base.garant.ru/184895/> (accessed 4 May 2020).
35. Mahotin D.A. Engineering training in technological education students. *Kazan Pedagogical journal*, 2016, no. 2-2 (115), pp. 301–304. In Rus.
36. *Sorevnovanie molodykh uchenykh Evropeyskogo Soyuza* [Competition for young scientists of the European Union]. Available at: <https://xn--80accdhga3ib7bs.xn--p1ai/abeucys> (accessed 24 April 2020).
37. Winners. *I-SWEEP International Sustainable World (Engineering Energy Environment)*. Available at: <http://isweep.org/winners-media-gallery/> (accessed 24 April 2020).
38. Intel ISEF 2019 Special Awards Winners Announced. *Society for Science & the Public*. Available at: <https://www.societyforscience.org/press-release/intel-isef-2019-special-awards-winners-announced/> (accessed 24 April 2020).
39. International Astronomy Olympiad. *Wikipedia*. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/International\\_Astronomy\\_Olympiad](https://en.wikipedia.org/wiki/International_Astronomy_Olympiad) (accessed: 24 April 2020).
40. Previous iGeos. *The International Geography Olympiad (iGeo)*. Available at: <http://www.geolympiad.org/previous.shtml> (accessed: 24 April 2020).

Received: 10 August 2022.

Reviewed: 29 November 2022.

УДК 378.1

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_14

## УЧИТЬ И УЧИТЬСЯ ПРОЕКТИРОВАТЬ ИНЖЕНЕРНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

**Шейнбаум Виктор Соломонович,**

кандидат технических наук, профессор кафедры машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности, советник ректора, shvs@gubkin.ru

**Пятибратов Петр Вадимович,**

кандидат технических наук, доцент, декан факультета разработки нефтяных и газовых месторождений, и. о. заведующего кафедрой разработки и эксплуатации нефтяных месторождений, rnm@gubkin.ru

Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Россия, 119991, г. Москва, Ленинский пр., 65.

Статья продолжает серию публикаций авторов по теме овладения студентами – будущими инженерами – компетенциями, отражающими понимание об инженерной деятельности как о системе разделения труда, в которой есть, тем не менее, работа в команде. Это предполагает наличие у инженера соответствующего умения, а успешная деятельность команды зависит от устройства системы разделения труда в меньшей степени, чем от одаренности, креативности и талантливости каждого инженера в отдельности. Тема проектирования инженерной деятельности как системы разделения труда до сих пор не находится в фокусе инженерной педагогики, но именно в эту область смещается в настоящее время – время эскалации искусственного интеллекта во всех сферах человеческой деятельности – востребованность интеллекта инженеров. В статье излагается опыт Губкинского университета в развитии представлений и умений студентов, касающихся подготовки технических заданий на проектирование различных технологических мероприятий, путем организации их соответствующей междисциплинарной работы на виртуальных объектах отрасли.

**Ключевые слова:** система разделения труда, онтология деятельности, проектирование инженерной деятельности, виртуальное предприятие, компетенции, умение работать в команде, целеполагание, дорожные карты.

### Введение

В инженерной педагогике инженерная деятельность нередко отождествляется с деятельностью инженеров и видится лишь как цепочка технологических переделов информации, осуществляемых инженерами на основных стадиях жизненного цикла технических объектов: инженерном маркетинге и планировании – проектно-конструкторском процессе – проектировании технологических процессов изготовления ТО – использовании их по назначению, включая техническое сопровождение – утилизацию, в каждой из которых определяющим фактором успешности деятельности являются компетенции инженера.

По мнению признанных в мире экспертов по части научно-технического прогресса (сошлемся на П.Г. Шедровицкого, обобщающего в своих многочисленных лекциях и публикациях эти мнения [1]), уже более полувека стало зримым и осязаемым, и не только для специалистов, формирование на планете нового технологического уклада.

Его отличительными особенностями являются тотальная, то есть охватывающая жизнедеятельность людей во всех ее аспектах, цифровизация, роботизация и искусственный интеллект, становящиеся обыденностью уже и в быту людей – интернет вещей, новые материалы с управляемыми свойствами, аддитивные технологии в промышленности, широкое применение геной инженерии, возобновляемые источники энергии, безотходные и природоподобные производственные технологии.

Кардинальные изменения инструментальной базы инженерной деятельности обуславливают соответствующие изменения и в ее содержании и организации. Искусственный интеллект замешает многие традиционные инженерные позиции в проектно-конструкторской, технологической и эксплуатационной деятельности и побуждает открывать новые. И, что особенно важно, все эти изменения проецируются на систему ценностей и потребностей людей. К примеру, ценность владения начинает в ряде случаев уступать

ценности пользования [2]. Дала трещину сакральная ценность вузовского диплома в социуме в целом и на рынке труда в частности. Работодателю становится важнее портфолио компетенций [3]. Соответственно возникают новые смыслы деятельности, трансформируются ее традиционные цели.

Академическое сообщество вполне адекватно реагирует на происходящие изменения: интернет буквально «захлёбывается» от публикаций на эту тему кризиса современного инженерного образования и необходимости его перестраивать.

Акцент в нем должен смещаться на усиление фундаментальности, пишут одни [4]. Другие заостряют внимание на необходимости меж- и мультидисциплинарной инженерной подготовки [5], третьи – на важности овладения будущими инженерами новой парадигмой проектирования, интегрирующей идеи генеративного дизайна, цифровых двойников, предиктивной аналитики и искусственного интеллекта [6], четвертые предостерегают от тяжелых последствий недооценки гуманитарной составляющей в инженерном образовании [7], пятые призывают к скорейшей институционализации непрерывного инженерного образования [8], шестые важнейшей задачей модернизации инженерного образования считают его кастомизацию, иначе говоря ре-

ализацию в образовании как сфере услуг так называемого продуктового подхода [9]. Ряд экспертов, включая авторов, полагают актуальным в инженерном образовании развитие компетенций в области проектирования инженерной деятельности [10] (рис. 1).

Безусловно, правы все, и очевидно, что инженерное образование должно развиваться во всех этих направлениях параллельно и синхронно. Но при этом хотелось бы не забывать, что абитуриентам в приемных комиссиях технических университетов объясняют, что здесь ведут подготовку кадров преимущественно для инженерной деятельности. И настойчиво повторяют это уже студентам на протяжении всего времени их обучения вплоть до защиты выпускной квалификационной работы. А вот тут-то оказывается, что какого-либо четкого, общепринятого толкования, что есть современная инженерная деятельность, что хотя бы отличает инженерную деятельность от инженерной работы, нет.

В [11] правомерность этой констатации иллюстрировалась на множестве примеров, в том числе на предложенных в последние годы проектах законов об инженерах и инженерной деятельности, и содержании недавно изданных учебников и учебных пособий, касающихся этой темы. К сожалению, в инженерной педагогике все еще доминирует представление, что инженерная деятельность тождественна



*Инженер-предприниматель создает не столько новый материальный или информационный продукт, сколько новую деятельность, организованную как «start up» и направленную на производство продукта нового вида, типа.*

Рис. 1. Доминирующие представления об актуальных направлениях развития инженерного образования  
Fig. 1. Dominant ideas about current trends in the development of engineering education

деятельности инженеров, а это способствует формированию неадекватных представлений у студентов о самодостаточности инженеров в их профессиональной работе.

### Практика освоения студентами основ проектирования деятельности

В преподаваемой с середины 1990-х гг. в Губкинском университете курсе методологии инженерной деятельности, базирующемся на идеях Г.П. Шедровицкого [12], студентам предлагается общее онтологическое представление о профессиональной деятельности как о системе разделения труда, основные атрибуты которой отражает схема на рис. 2.

Схема фиксирует, что всякая профессиональная деятельность имеет свою предметную область и погружена во внешнюю среду – социум, которая является источником ресурсов и необходимых ей средств, что отсюда черпает деятельность свои цели и именно там результат деятельности обретает статус имеющего ценность продукта, что она как многоуровневая и многомерная система разделения труда конституируется своими специфическими организованностями.

Философы рассматривают деятельность как сущностный атрибут бытия людей, а именно как реализацию имманентно присущего им активного отношения к среде обитания, включающей и их самих, выражающегося в

постоянном стремлении изменять эту среду им во благо в соответствии с тем, как они это благо себе представляют [13].

Поскольку благо – понятие предельно широкое и увязывается оно прежде всего с удовлетворением общечеловеческих потребностей, типология деятельностей столь же широка.

Инженерная деятельность – всего лишь один из видов человеческой деятельности, хотя и принципиально отличающейся от остальных: она выполняет общечеловеческую сервисную функцию: технологизирует и тем самым повышает эффективность и продуктивность всех видов человеческой деятельности, включая самую себя, обеспечивая каждую новыми средствами и технологиями, а также необходимыми для их освоения и грамотного использования кадрами. Она существует не только как отдельная от других самостоятельная деятельность. Нет, она и прорастает в них, срашивается с ними, становится их органичной составляющей. Примеры: образование, театр, кинематография, СМИ, ЖКХ. Инженерные службы в этих сферах являются их собственными неотъемлемыми структурными единицами.

В историческом контексте периодом обретения инженерной деятельностью статуса профессиональной деятельности считается, как правило, конец XVI – начало XVII вв. – время первой промышленной революции (по нумерации Клауса Шваба [14]), случившейся в Ни-



Рис. 2. Схематизация онтологического представления об инженерной деятельности  
Fig. 2. Schematization of the ontological representation of engineering activity

дерландах. А предшествовала инженерной деятельности, по мнению ряда исследователей, техническая деятельность, которая возникла в доисторические времена, одновременно с появлением на планете Homo Sapiens [15]. Такая трактовка представляется нам сомнительной; ее следствием и является до сих пор наличествующее в технической литературе отождествление инженерной деятельности с деятельностью инженеров [16].

Вряд ли можно оспаривать тот факт, что древнейшие сооружения – египетские пирамиды, вавилонские висячие сады Семирамиды, Галикарнасский мавзолей и другие «чудеса света», до сих пор поражающие воображение, являются инженерными объектами, что они строились *по проектам* архитекторов, по сути – древнейших инженеров. В [17] находим полное подтверждение этому: «если мы обратимся к истории создания знаменитых семи чудес света, – сказано там, – то убедимся в наличии оригинального решения конкретных инженерных проблем» [17. С. 58].

Инженерной профессии как устоявшейся позиции в общественном разделении труда в те далекие времена действительно не существовало, хотя само понятие инженера известно с античных времен. Инженерное поприще как особый, специфический вид умственной деятельности в технико-технологической сфере действительно оформилось много позднее, но это не меняет существа дела: и в древнем Египте, Китае, Персии, Риме замыслили строительство и формировали «техническое задание» одни (фараоны, цари, жрецы, архитекторы), строили другие (рабы), а управляли строительством третьи (надсмотрщики). И этот факт иллюстрирует важнейший постулат методологии деятельности: всякая профессиональная, общественно значимая деятельность, *продукт* которой предназначен для *продажи*, а это, естественно, и инженерная деятельность, есть система разделения труда, точнее система, связывающая единой структурой и целями различные деятельности, разнородные трудовые функции и их исполнителей.

Соответственно, эту систему разделения труда можно не только исследовать, изучать. Всякая конкретная деятельность, ориентированная на определенные продукты, возникает, создается и осуществляется как некий проект с конечным по времени жизненным циклом. И поскольку на практике оказывается, что де-

ятельность не всегда бывает удачной, люди с доисторических времен озаботились целенаправленным поиском секрета и рецепта гарантированного обеспечения ее продуктивности и эффективности. В XIX в. появилась уже особая наука под названием праксиология, поставившая перед собой эту цель. Прикладное значение таких изучаемых в наших университетах фундаментальных наук, как философия науки и техники, общая теория систем, синергетика, управление проектами, тоже именно в этом и состоит. Стремительное развитие технологий связано с развитием новых деятельностей, а не комбинацией уже существующих. Предприниматели создают не новый вещественный продукт, а «новую деятельность, направленную на производство нового типа продукта» – утверждает П.Г. Шедровицкий [18]. Сообразно этому фокус современного инженерного мышления, нацеленного на инновации, смещается на программирование и проектирование инженерной деятельности как специфической системы разделения труда, что и зафиксировано на рис. 1. При этом проектирование понимается не просто как одна из начальных стадий жизненного цикла продукта деятельности, а как актуальный вид деятельности на протяжении всего этого жизненного цикла.

Как уже выше было отмечено, всякая профессиональная деятельность конституируется соответствующими организованностями. Инженерная – это, начиная с кустарных «хуторянских» мастерских портного, сапожника, скорняка, гончара, кузнеца, шорника, стеклодува и т. д., ремесленные цеха и артели, мельницы, кузни, мануфактуры, фабрики и заводы, шахты, прииски и промыслы, верфи, стройки и домостроительные комбинаты, химчистки, прачечные и хлебопекарни, конструкторские бюро, проектные институты и инжиниринговые компании и прочее, и прочее, и прочее вплоть до транснациональных корпораций и современных кластеров. Трудовая деятельность *отдельного индивидуума* в этой системе синонимична понятию *работа* – тому занятию, которое в той или иной форме оплачивается, давая ему доход, средства к существованию. Образно говоря, *профессиональная деятельность* – одна из форм того целого, что понимается как бытие человечества в целом, *работа* – форма бытия отдельного взрослого человека в этом сообществе. Люди, включая государственных деятелей, не говорят с пафо-

сом, что осуществляют трудовую деятельность там-то и там-то, они скромно говорят, что они там *работают*.

Приведем здесь в связи со сказанным широко известный тезис Г.П. Шедровицкого: «Каждый человек, когда он рождается, сталкивается с уже сложившейся и непрерывно осуществляющейся вокруг него и рядом с ним деятельностью, ... люди оказываются принадлежащими к деятельности, включенными в нее *либо в качестве материала, либо в качестве элементов* наряду с машинами, вещами, знаками, социальными организациями и т. д.» [12. С. 348].

И в этом контексте *позиция инженера в инженерной деятельности* есть позиция одного из членов некоего коллектива работников организации, предприятия, учреждения – их отдельной структурной единицы (группы, участка, отдела, бригады, экспедиции и т. д.).

Соответственно, умение работать в подобном малом коллективе (команде) есть с одной стороны универсальная, необходимая всем инженерам, но одновременно и сугубо профессиональная компетенция. Ее существо именно как профессиональной компетенции составляет понимание инженером не только своего собственного функционала в системе разделения труда в его команде, но и как минимум функционала каждого из партнеров (коллег), с которыми он взаимодействует *в своей работе*, в том числе как нижестоящих по должности – операторов, рабочих, служащих, так и вышестоящих – руководителя, менеджера верхнего уровня и т. д. Без понимания инженером взаимосвязанности, взаимообусловленности, сопряженности функционалов всех членов команды слаженная деятельность ее невозможна (рис. 3).



Рис. 3. Иллюстрация сопряжения функционалов в команде профессиональной деятельности

Fig. 3. Illustration of the interface of functionals in a team of professional activities

Общие представления об этих функционалах и их связанности должны приобретаться в бытность инженера студентом и при изучении им дисциплин профессионального блока, а также в ходе производственных практик. Более подробная аргументация в пользу «профессиональности» умения работы в команде как компетенции содержится в [19].

То первое структурное подразделение, в котором инженер начинает свой трудовой путь, и есть та организованность деятельности нижнего уровня – «молекула деятельности» полиструктурной, по выражению Г.П. Шедровицкого, в общем случае системы деятельности организации.

Образовательные программы инженерной подготовки в подавляющем большинстве вузов, даже тех, которым дано право разрабатывать их на основе собственных стандартов, а не ФГОС, заточены на приобретение выпускником знаний, умений, навыков, необходимых для *самостоятельного* решения различных задач и вопросов, которые, как представляется разработчикам данных программ, могут быть поставлены перед ним в рамках его служебных обязанностей, рамочно регламентированных профессиональными стандартами. Как правило, инженерные выпускные квалификационные работы предусматривают функциональный, конструкторский (расчетно-графический), технологический и экономический разделы. В реальности же значительная доля соответствующих задач и вопросов решается на принципах декомпозиции общей задачи, распараллеливания конструирования и вычислений, и, соответственно, указанные разделы проектов поручаются разным специалистам и коллективам. Да, учебными планами инженерных вузов предусмотрены производственные практики, в ходе которых они могут воочию убедиться в этом. Однако программы практик в подавляющем большинстве не ориентированы на приобретение компетенции «умение работать в команде».

Возникает вопрос: как же тогда овладевать этой компетенцией как профессиональной? В Губкинском университете он решается *путем создания* в виртуальном варианте отраслевых производственных предприятий – буровой компании, нефтегазодобывающего управления (промысла), нефтеперерабатывающего завода, центра диспетчерского управления нефте- и газотранспортировкой и вос-

произведения/имитации в формате кейсов деятельности их персонала: междисциплинарному коллективу (команде) специалистов предприятия (инженеров и операторов), который представляет команда студентов соответствующих профилей подготовки, предлагаются конкретные проблемные (нештатные) производственные ситуации, требующие их совместного анализа и поиска путей разрешения и конкретных действий.

В ситуационном Центре принятия решений (СЦПР) виртуального предприятия принимается решение, при поиске которого при необходимости к Центру через локальную вычислительную сеть (рис. 4) подключаются отдельные группы студентов, выполняющие функции специалистов-аналитиков подразделений предприятия или подрядных организаций.

Их компьютеризированные рабочие места находятся на соответствующих выпускающих кафедрах университета. Принятое решение передается для исполнения операторам на тренажеры. Реакция цифрового технологического комплекса на поступающие команды отслеживается в СЦПР через телеметрию и визуально.

Проектная деятельность воссоздается на аналогичных принципах: функции специалистов – исполнителей отдельных разделов проекта – выполняют студенты соответствующих

кафедр на рабочих местах – аналогах реальных рабочих мест проектировщиков организации, в СЦПР же каждое проектное решение обсуждается и согласовывается.

Вся эта образовательная технология подробно и не раз описана [20], и за прошедшие годы накоплен опыт, позволяющий корректировать вектор ее развития. Так, оказалось необходимым до проведения междисциплинарных тренингов по оперативному управлению производственными процессами и проектированию технологических мероприятий выполнять с командами студентов разных профилей подготовки ряд предварительных упражнений, в частности,

- по определению совокупности трудовых функций и действий при выполнении различных геолого-технологических мероприятий (ГТМ), необходимого для этого персонала по профессиям и количеству, а также коллективной рефлексии результатов сопоставления этой работы и требований профессиональных стандартов соответствующего профиля;
- по развитию навыков оставления должностных инструкций для каждой позиции в системе разделения труда при выполнении ГТМ, когда каждый студент независимо от других составляет эти инструкции для всех позиций в СТР, а затем происходит их кол-



Рис. 4. Принцип создания в Губкинском университете виртуального предприятия

Fig. 4. Principle of creating a virtual enterprise at Gubkin University



лективное обсуждение и совместная подготовка итогового варианта;

- по построению дерева целей и дорожных карт для создания стартапов как инструментов коммерциализации научной деятельности университета и как перспективного продукта выпускных квалификационных работ магистрантов [21] (рис. 5);
- по формированию перечней необходимых ресурсов и средств для ГТМ;
- по разработке технических заданий на модернизацию и конструирование нефтегазопромыслового и бурового оборудования, систем сбора и подготовки к транспортировке.

Выполнение указанных упражнений, а главное, организуемая преподавателем-модератором, проводящим их, рефлексия относительно исходных, как правило, весьма ограниченных и расплывчатых представлений студентов о профессиональных обязанностях и зоне ответственности своих коллег/партнеров других специальностей (профилей) при решении тех или иных производственных вопросов, существенно повышает, как показывает практика, уровень их подготовленности к активному участию в основных тренингах, проводимых на виртуальных предприятиях.

### Заключение

Резюмируя все вышесказанное в настоящей статье, еще раз подчеркнем главное.

1. В связи с неудержимой экспансией искусственного интеллекта во всех видах жизнедеятельности людей, в первую очередь в промышленности, востребованность интеллекта инженера начинает смещаться к задачам, в которых искусственный интеллект пока, а возможно и в принципе, не конкурентоспособен. В первую очередь, это задачи целеполагания, впрямую связанные с системой ценностей людей, их потребностями, их эмоциональным интеллектом.
2. Формулировка целей деятельности, построение их дерева и далее дорожных карт, определяющих необходимость развертывания конкретных деятельностей в их последовательности и значимости (комплексов мероприятий), соответствующих целям, выбору исполнителей и разработки для них технических заданий – все эти вопросы, в решении которых участвуют инженеры, в настоящее время находятся в целом за периметром нынешнего дискурса об инженерном образовании.
3. Губкинский университет, развивая созданную 15 лет назад инновационную образовательную технологию развития инженерных компетенций в виртуальной среде профессиональной деятельности, сегодня вплотную подошел к вовлечению студентов в решение выше названных задач.



## ПРОЕКЦИЯ ДЕРЕВА ЦЕЛЕЙ НА ДЕРЕВО ДЕЯТЕЛЬНОСТЕЙ



Рис. 5. Фрагмент проекции дерева целей на дерево деятельностей

Fig. 5. Fragment of the projection of the tree of goals onto the tree of activities

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шедровицкий П.Г. Вызовы III промышленной революции инженерному вузу. Лекция в РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина 25.05.2016. URL: <https://gubkin.ru/general/structure/cic/orp/Shablon/Shchedrovitsky%20P.%20G.%20Lecture%2030.05.2016.pdf> (дата обращения: 20.05.2022).
2. Земскова Е.С. Шеринг как отражение ценностных ориентиров потребителя в цифровой экономике // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: экономика и экологический менеджмент. – 2019. – № 3. – С. 17–27. DOI: 10.17586/2310-1172-2019-12-3-17-27
3. «Работодателям компетенции важнее, чем диплом». Эксперт объясняет, что происходит с высшим образованием в Беларуси и в мире // Общественный Болонский комитет. URL: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwitzu3\\_gdH6AhVOgosKHcA8DmsQFnoECA8QAQ&url=https%3A%2F%2Fbolognaby.org%2Findex.php%2Fobkv-smi%2F764-rabotodatelyam-kompetentsii-vazhnee-chem-diplom-ekspert-ob-yasnyaet-cto-proiskhodit-s-vysshim-obrazovaniem-v-belarusi-i-v-mire&usg=AOvVaw2qYw5WUzWGVav2STW3IIKk](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwitzu3_gdH6AhVOgosKHcA8DmsQFnoECA8QAQ&url=https%3A%2F%2Fbolognaby.org%2Findex.php%2Fobkv-smi%2F764-rabotodatelyam-kompetentsii-vazhnee-chem-diplom-ekspert-ob-yasnyaet-cto-proiskhodit-s-vysshim-obrazovaniem-v-belarusi-i-v-mire&usg=AOvVaw2qYw5WUzWGVav2STW3IIKk) (дата обращения: 20.05.2022).
4. Тестов В.А. Качество и фундаментальность образования // Высшее образование в России. – 2008. – № 10. – С. 89–92.
5. Кондратьев В.В. Инженерная педагогика как основа системы подготовки преподавателей технических вузов // Высшее образование в России. – 2018. – Т. 27. – № 2. – С. 29–38.
6. Прохоров А., Лысачев М. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. – М.: Альянс-Принт, 2020. – 401 с.
7. Чешев В.В. Инженерное мышление в антропологическом контексте // Философия науки и техники. – 2016. – Т. 21. – № 1. – С. 104–117.
8. Непрерывное техническое образование и рыночные отношения / Ю.П. Похолков, М.П. Пальянов, Е.А. Пахомова, Г.А. Павлючков, В.Л. Бибик, В.Г. Лысенко, Ю.П. Сергиенко // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2015. – № 1 (17). – С. 25–34.
9. Мотивы использования персонализированного обучения. URL: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiZq6LDyef6AhUMxYsKHfxvCXgQFnoECCgQAQ&url=https%3A%2F%2Fsberbank-university.ru%2Fupload%2Fiblock%2F840%2FEduTech\\_25\\_demo.pdf&usg=AOvVaw0NH6jQ0Z2P5aooBaq7OjRq](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiZq6LDyef6AhUMxYsKHfxvCXgQFnoECCgQAQ&url=https%3A%2F%2Fsberbank-university.ru%2Fupload%2Fiblock%2F840%2FEduTech_25_demo.pdf&usg=AOvVaw0NH6jQ0Z2P5aooBaq7OjRq) (дата обращения: 20.05.2022).
10. Шейнбаум В.С. Инженерная деятельность как объект проектирования: педагогический ракурс // Казанский педагогический журнал. – 2020. – № 6 (143). – С. 18–28. DOI: 10.51379/KPJ.2020.22.64.002
11. Мартынов В.Г., Шейнбаум В.С. Инженерная педагогика в контексте инженерной деятельности // Высшее образование в России. – 2022. – Т. 31. – № 6. – С. 152–168. DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-6-152-168
12. Шедровицкий Г.П. Исходные представления и категориальные средства теории деятельности // Избранные труды. – М.: Школа культурной политики, 1995. – 800 с. URL: <https://fil.wikireading.ru/61489> (дата обращения: 20.05.2022).
13. Философский энциклопедический словарь. – М.: ИНФРА-М., 2003. – 575 с.
14. Шваб Клаус. Четвертая промышленная революция. – М.: Эксмо, 2016. – 230 с.
15. История инженерной деятельности / С.В. Подлесный, Ю.А. Ерфорт, В.М. Искрицкий, Д.Г. Сушенко, А.Н. Стадник. – Краматорск: ДГМА, 2010. – 188 с.
16. Литвинов Б.В. Основы инженерной деятельности. Курс лекций. – М.: Машиностроение, 2005. – 282 с.
17. Рейзлин В.И. Введение в инженерную деятельность. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 159 с.
18. Шедровицкий П.Г. Три индустриализации России. – М.: TerraFantastica, 2018. – 152 с.
19. Филатова М.Н., Шедровицкий П.Г., Шейнбаум В.С. Онтология компетенции «умение работать в команде» и подходы к её развитию в инженерном вузе // Высшее образование в России. – 2018. – Т. 27. – № 6. – С. 71–82.
20. Мартынов В.Г., Пятибратов П.В., Шейнбаум В.С. Развитие инновационной образовательной технологии обучения студентов в виртуальной среде профессиональной деятельности // Высшее образование сегодня. – 2012. – № 5. – С. 4–8.
21. Петров А.М. Студенческие стартапы в вузах России: современная ситуация // Экономические науки. – 2021. – № 8 (201). – С. 61–66. DOI: 10.14451/1.201.61

Дата поступления: 30.07.2022 г.

Дата принятия: 01.12.2022 г.

UDC 378.1

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_14

## TEACH AND LEARN TO DESIGN ENGINEERING ACTIVITY

**Viktor S. Sheinbaum,**Cand. Sc., professor, advisor to the Rector,  
shvs@gubkin.ru**Petr V. Pyatibratov,**Cand. Sc., associate professor, Dean of the Faculty of Oil and Gas Fields Development,  
Acting Head of the Department of Development and Operation of Oil Fields,  
rnm@gubkin.ruNational University of Oil and Gas «Gubkin University»,  
65, Leninsky avenue, Moscow, 119991, Russia.

The article continues a series of publications by the authors on the topic of mastering students – future engineers – with competencies that reflect the understanding of engineering activity as a system of division of labor, which, nevertheless, includes teamwork. This implies that the engineer has the appropriate skills, and the successful operation of the team depends on the organization of the division of labor system to no lesser extent than on the giftedness, creativity and talent of each engineer individually. The topic of designing engineering activities as a system of division of labor is still not in the focus of engineering pedagogy, but it is in this area that the demand for the intelligence of engineers is currently shifting – the time of the escalation of artificial intelligence in all spheres of human activity. The article describes the experience of Gubkin University in the development of students' ideas and skills related to the preparation of technical specifications for the design of various technological events, by organizing their appropriate interdisciplinary work on virtual objects of the industry.

**Key words:** system of labor division, ontology of activity, design of engineering activity, virtual enterprise, competencies, ability to work in a team, goal setting, road maps.

## REFERENCES

1. Shchedrovitskiy P.G. *Vyzovy III promyshlennoy revolyutsii inzhenernomu vuzu. Lektsiya v RGU nefi i gaza (NIU) imeni I.M. Gubkina 25.05.2016*. [Challenges of the III industrial revolution to an engineering university. Lecture at the Russian State University of Oil and Gas (NRU) named after I.M. Gubkin 25.05.2016]. Available at: <https://gubkin.ru/general/structure/cic/orp/Shablon/Shchedrovitskiy%20P.%20G.%20Lecture%2030.05.2016.pdf> (accessed: 20 May 2022).
2. Zemska E.S. Sharing as a reflection of consumer values in the digital economy. *Scientific journal of NRU ITMO. Series «Economics and Environmental Management»*, 2019, no. 3, pp. 17–27. In Rus. DOI: 10.17586/2310-1172-2019-12-3-17-27
3. «Rabotodatelyam kompetentsii vazhnee, chem diplom». Ekspert obyasnayet, chto proiskhodit s vysshim obrazovaniem v Belarusi i v mire [«For employers, competencies are more important than a diploma». The expert explains what is happening with higher education in Belarus and in the world]. *Obshchestvenny Bolonskiy komitet*. Available at: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewitzu3\\_gdH6AhVOgosKHcA8DmsQFnoECA8QAQ&url=https%3A%2F%2Fbolognaby.org%2Findex.php%2Fobk-v-smi%2F764-rabotodatelyam-kompetentsii-vazhnee-chem-diplom-ekspert-ob-yasnayet-cto-proiskhodit-s-vysshim-obrazovaniem-v-belarusi-i-v-mire&usg=AOvVaw2qYw\\_5WUzWGVav2STW3lIkK](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewitzu3_gdH6AhVOgosKHcA8DmsQFnoECA8QAQ&url=https%3A%2F%2Fbolognaby.org%2Findex.php%2Fobk-v-smi%2F764-rabotodatelyam-kompetentsii-vazhnee-chem-diplom-ekspert-ob-yasnayet-cto-proiskhodit-s-vysshim-obrazovaniem-v-belarusi-i-v-mire&usg=AOvVaw2qYw_5WUzWGVav2STW3lIkK) (accessed: 20 May 2022).
4. Testov V.A. Kachestvo i fundamentalnost obrazovaniya [Quality and fundamentality of education]. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2008, no. 10, pp. 89–92.
5. Kondratyev V.V. Engineering pedagogy as a base for technical teacher training system. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2018, vol. 27, no. 2, pp. 29–38. In Rus.
6. Prokhorov A., Lysachev M. *Tsifrovoi dvoynik. Analiz, trendy, mirovoy opyt* [Digital twin. Analysis, trends, world experience]. Moscow, AlyansPrint Publ., 2020. 401 p.
7. Cheshev V.V. Engineering thinking in the anthropological context. *Philosophy of science and technology*, 2016, vol. 21, no. 1, pp. 104–117.
8. Pokholkov Yu.P., Palyanov M.P., Pakhomova E.A., Pavlyuchkov G.A., Bibik V.L., Lysenko V.G., Sergienko Yu.P. Continuing technical education and market relations. *Professional education in Russia and abroad*, 2015, no. 1 (17), pp. 25–34. In Rus.

9. *Motivy ispolzovaniya personalizirovannogo obucheniya* [Motives for using personalized learning]. Available at: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&c=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewiZq6LDyef6AhUMxYsKHfxvCXgQFnoECCgQAQ&url=https%3A%2F%2Fsberbank-university.ru%2Fupload%2Fiblock%2F840%2FEduTech\\_25\\_demo.pdf&usg=AOvVaw0HH6jQ0Z2P5aooBAq7OjRq](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&c=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewiZq6LDyef6AhUMxYsKHfxvCXgQFnoECCgQAQ&url=https%3A%2F%2Fsberbank-university.ru%2Fupload%2Fiblock%2F840%2FEduTech_25_demo.pdf&usg=AOvVaw0HH6jQ0Z2P5aooBAq7OjRq) (accessed: 20 May 2022).
10. Sheinbaum V. Engineering activity as a design object: pedagogical perspective. *Kazan pedagogical journal*, 2020, no. 6 (143), pp. 18–28. DOI: 10.51379/KPJ.2020.22.64.002 In Rus.
11. Martynov V.G., Sheinbaum V.S. Engineering pedagogy in the context of engineering activity. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2022, vol. 31, no. 6, pp. 152–168. In Rus. DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-6-152-168
12. Shchedrovitski G.P. Iskhodnye predstavleniya i kategorialnye sredstva teorii deyatel'nosti [Initial representations and categorical means of the theory of activity]. *Izbrannye trudy* [Selected works]. Moscow, School of cultural policy Publ., 1995. 800 p. Available at: <https://fil.wikireading.ru/61489> (accessed: 20 May 2022).
13. *Filosofskiy entsiklopedicheskiy slovar* [Philosophical encyclopedic dictionary]. Moscow, INFRA-M Publ., 2003. 575 p.
14. Schwab Klaus. *Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya* [Fourth industrial revolution]. Moscow, Ecs-mo Publ., 2016. 230 p.
15. Podlesny S.V., Erfort Yu.A., Iskrikskii V.M., Sushchenko D.G., Stadnik A.N. *Istoriya inzhenernoy deyatel'nosti* [History of engineering activity]. Kramatorsk, Donbass State Machine-Building Academy Publ., 2010. 188 p.
16. Litvinov B.V. *Osnovy inzhenernoy deyatel'nosti. Kurs lektsiy* [Fundamentals of engineering activity. Course of lectures]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2005. 282 p.
17. Reyzlin V.I. *Vvedenie v inzhenernyuyu deyatel'nost* [Introduction to engineering activities]. Tomsk, TPU Publ., 2013. 159 p.
18. Shchedrovitskiy P.G. *Tri industrializatsii Rossii* [Three industrializations of Russia]. Moscow, TerraFantastica Publ., 2018. 152 p.
19. Filatova M.N., Sheinbaum V.S., Shchedrovitskiy P.G. Ontology of teamwork competency and approaches to its development at engineering university. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2018, vol. 27, no. 6, pp. 71–82. In Rus.
20. Martynov V.G., Pyatibratov P.V., Sheynbaum V.S. Razvitiye innovatsionnoy obrazovatel'noy tekhnologii obucheniya studentov v virtual'noy srede professional'noy deyatel'nosti [Development of innovative educational technology for teaching students in a virtual environment of professional activity]. *Vyssheye obrazovanie segodnya*, 2012, no. 5, pp. 4–8.
21. Petrov A.M. Students' startups in the Russian universities: modern situation. *Economic sciences*, 2021, no. 8 (201), pp. 61–66. In Rus. DOI: 10.14451/1.201.61

Received: 30 July 2022.  
Reviewed: 1 December 2022.

УДК 372.862

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_15

## СОЦИАЛЬНОЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНА КАК ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР ОРГАНИЗАЦИИ ПРАКТИЧЕСКОЙ ПРОЕКТНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Ечмаева Галина Анатольевна,**

кандидат педагогических наук, доцент,  
g.a.echmaeva@utmn.ru

**Мальшева Елена Николаевна,**

кандидат педагогических наук, доцент,  
el.n.malysheva@utmn.ru

Тюменский государственный университет,  
Россия, 625003, г. Тюмень, ул. Володарского, 6

В статье актуализируются вопросы практико-ориентированной подготовки кадров в области мехатроники как одного из условий системного решения задачи по цифровизации экономики. Проведен анализ востребованности специалистов по мехатронике в Тюменской области, результаты соотнесены с данными других исследований. Проведен анализ базы и условий проектной подготовки данных специалистов в Тюменской области. Выделена специфика проектной деятельности по мехатронике. Представлены методические рекомендации по организации технических учебных проектов по мехатронике (по решаемой учебной задаче, выбору тематики, технической базе, назначению проектов и др.). Рекомендации носят конкретный характер и основаны на практическом опыте авторов.

**Ключевые слова:** Тюменская область, социально-экономическое пространство, мехатроника, проектная деятельность, технический учебный проект, модуль линейного перемещения.

### Актуальность

Отличительной чертой современного общества является повсеместная цифровизация, которая затрагивает все его сферы и институты – политические, экономические, социальные, основывается на закономерностях четверной промышленной революции (Industry 4.0) и является условием экономического рывка и стратегического развития страны [1].

Цифровая трансформация технологических процессов становится главным вектором развития предприятий. В частности, крупнейшие предприятия Тюменской области топливно-энергетической, машиностроительной, легкой, пищевой и др. промышленности внедряют наукоемкие технологии в производство и логистику. Эти процессы высвечивают основную на данном этапе проблему – нехватку IT-кадров инженерного направления, готовых проектировать, создавать и обслуживать производство нового формата – «киберфизические системы». Этот вывод подтверждают результаты российских исследований и зарубежные аналитические прогнозы [2, 3]. В частности, анализ регионального рынка труда (без учета автономных округов) в области цифрового производства выдает на на-

чало сентября 2022 г. более 250 различных актуальных вакансий для инженеров и специалистов среднего звена.

Одной из профессиональных областей, призванных обеспечить цифровое производство квалифицированными кадрами, является мехатроника и робототехника, находящаяся на стыке электротехники, механики, электроники, автоматики, кибернетики и IT-технологий. Специалисты в области мехатроники и робототехники занимаются проектированием, созданием и обслуживанием прецизионных устройств и машин с компьютерным управлением. Необходимость массовой подготовки кадров по этому направлению уже в самой краткосрочной перспективе, как условие технологической независимости России, представляет собой вызов для системы профессионального образования.

### Анализ проблемы

Крупнейшие предприятия Тюменской области топливно-энергетического и газонефтеперерабатывающего комплексов (ООО «ЗапСибНефтехим», ООО «СИБУР Тобольск», ПАО «Газпром», ПАО «Транснефть», Тюменский НПЗ, АО «Транснефть-Сибирь», ООО НПП «СибБурМаш» и др.), предпри-

ятия по производству железобетонных конструкций и строительных материалов, машиностроительные и деревообрабатывающие, предприятия легкой, пищевой и полиграфической продукции, логистические центры и т. д. активно проводят цифровую трансформацию технологических процессов. Эти коренные изменения в производстве основываются на применении различных цифровых устройств управления, высокоточного оборудования и наукоемких технологий, что в свою очередь приводит к высокому росту спроса на соответствующих специалистов.

На сегодняшний день подготовка молодых специалистов в области мехатроники и робототехники в Тюменской области осуществляется как на ступенях высшего образования (бакалавриат – направление 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», магистратура – 16.04.01 «Техническая физика» программа «Robotics and Autonomous Systems»), так и среднего профессионального (15.02.10 «Мехатроника и мобильная робототехника»). Подготовку данных специалистов осуществляют Тюменский государственный университет, Тюменский индустриальный университет, а также филиалы указанных ВУЗов в г. Тобольске.

На стимулирование интереса жителей региона к данной предметной области направлены и различные мероприятия, проводимые как в масштабах страны, так и в области: чемпионаты и конкурсы профессионального мастерства, региональные фестивали профессиональных проб, хакатоны, мейкертоны, челленджи и т. д. Так, с 2014 г. Тюменская область участвует в национальном чемпионате по сквозным рабочим профессиям WorldSkills Russia, а с 2016 г. для разных возрастных групп организует участие в компетенциях, непосредственно связанных с цифровизацией производственных процессов (мехатроника, мобильная робототехника, электроника, прототипирование, инженерный дизайн CAD, цифровой электропривод, и др.), в рамках федерального проекта «Молодые профессионалы (повышение конкурентоспособности профессионального образования)», входящего в национальный проект «Образование». В 2022 г. в перечень направлений областного фестиваля «Студенческая весна 2022» был включен турнир по инженерному творчеству – конструированию машин Голдберга с использованием элементов цифровизации

в работе устройства. Одной из приоритетных целей таких мероприятий является демонстрация достигнутого уровня и дальнейшее развитие профессиональной подготовки в системе среднего и высшего профессионального образования в области цифрового производства, актуализация образовательных программ, направленных на удовлетворение регионального рынка труда.

Необходимость массовой подготовки кадров по этому направлению уже в самой краткосрочной перспективе для развивающейся региональной промышленности и процессов внедрения в производство инновационных технологий представляет собой вызов для системы профессионального образования и соответствующего материально-технического сопровождения учебного процесса. В этом плане следует отметить, что в регионе ведется и подготовка профессионально-педагогических кадров по профилям, напрямую связанным с обучением будущих специалистов по мехатронике и робототехнике. В частности, в Тобольском педагогическом институте им. Д.И. Менделеева (филиал) Тюменского государственного университета реализуется образовательная программа (ОП) 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» с профилем «Сервис мехатронных систем» – практически единственная в стране образовательная программа, направленная на подготовку педагогов для среднего профессионального и дополнительного образования детей и взрослых в области мехатроники, робототехники и цифрового производства. Преподаватели дисциплин указанной предметной области также имеют высокую востребованность на региональном рынке труда – более 120 объявлений работодателей – образовательных организаций – по области без учета автономных округов на начало учебного года.

Учитывая актуальность, широкую сферу востребованности и специфику подготовки специалистов по мехатронике и робототехнике, требуется особое внимание к вопросам их подготовки.

### **Разработка идеи**

Анализ требований работодателей на рынке труда и профессиональных стандартов показывают, что сегодня стране нужны не просто инженерно-технические кадры, способные качественно выполнять свою работу, а профессионалы-создатели (product owner), спо-

собные видеть поставленную задачу в целом – от «нулевого уровня» (постановки цели, определения ресурсов и т. д.) до рыночной реализации созданного продукта. В контексте данного аспекта нами проведен анализ нормативной документации организации учебного процесса в рамках подготовки студентов высшего образования (уровень бакалавриата) по направлениям и профилям, связанным с мехатроникой и робототехникой. Согласно требованиям Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) у студентов в процессе освоения ОП должны быть сформированы такие группы универсальных компетенций, как системное и критическое мышление (УК1), разработка и реализация проектов (УК2), командная работа (УК3), коммуникация (УК4), самоорганизация и саморазвитие (УК6) т. д. [4]. В ответ на эту потребность в основные ОП подготовки как инженерных, так и профессионально-педагогических кадров в области мехатроники и робототехники введены дисциплины, учебные практики и темы, связанные с изучением основ проектной деятельности в области технических наук и технического предпринимательства. Однако детальное изучение рабочих программ дисциплин и учебных практик, а также оценочных материалов показывает, что подавляющее большинство из них направлено на освоение теоретических знаний, а предлагаемые к практической проработке темы проектов реализуются исключительно на бумаге, в лучшем случае – в CAD-системах. Целью данного исследования является обсуждение вопросов организации практической работы студентов – будущих специалистов в области мехатроники и робототехники – в рамках проектной деятельности при разработке и реализации технических учебных проектов.

Следует отметить, что в отечественной и зарубежной научно-педагогической литературе основы и методология проектного обучения определены и представлены достаточно полно в исследованиях А.В. Белова, М.Ю. Бухаркиной, Дж. Дьюи, У. Килпатрика, Е. Коллинса, Н.В. Матяш, М.В. Моисеевой, Э. Паркхерст, Н.Ю. Пахомовой, Е.С. Полат и др. [5]. Специфика и опыт его применения при обучении студентов технических направлений и специальностей обсуждается в работах таких авторов, как И.С. Тулохонова, В.В. Гоман, А.Л. Умнов, Д.А. Трищенко и т. д. [6–8 и др.].

При анализе Учебных планов рассматриваемых направлений выяснено, что дисциплины, связанные с освоением проектной деятельности и их применением, изучаются в 1–3 семестрах, в то время как профильные дисциплины, без знаний которых невозможно реализовать проект в области мехатроники или робототехники (техническая механика, детали и модули мехатронных систем, электротехника и электроника, программирование контроллеров, и т. д.), изучаются позднее. В этой ситуации мы согласны с учеными (Э.Ф. Зеер, Е.А. Климов, Т.П. Коваленок, В.А. Луговский, Н.В. Самоукан и др.), утверждающими, что основу любой профессиональной деятельности, в том числе и проектной в профильной сфере, составляет информация, позволяющая эффективно организовать эту деятельность и достичь результата, т. е. всегда существует важная для деятельности категория информации, которая становится доступной только на определенном этапе подготовленности, и, если такая информация дается раньше или позже, это приводит к ухудшению результатов деятельности [5, 9 и т. д.]. При этом также следует отметить тот факт, что наилучший результат метод проектов дает только в том случае, если у обучающихся на достаточно высоком уровне сформирован навык самостоятельной работы, что у студентов 1–2 курсов проявляется не всегда. Во многом указанное выше и объясняет достаточно глубокую фундаментальную теоретическую проработку основ проектной деятельности и технического предпринимательства, при том что практическая часть студенческих проектов, непосредственно связанная со сферой профессиональной деятельности, остается лишь на уровне идеи, иногда утопичной.

В рамках изучения вопроса организации практико-ориентированной проектной деятельности студентов, чья профессиональная область связана с мехатроникой и робототехникой, нами было проанализировано технологическое оборудование, используемое на ряде промышленных предприятий региона от крупного производственного бизнеса до частного предпринимательства. Следует отметить, что сегодня под понятие «мехатронного» подпадает огромный перечень устройств: модулей, блоков, сборочных единиц и т. д., где присутствует системная интеграция электротехнических, механических, электронных и

микропроцессорных компонент. Мехатронные устройства применяются везде, где необходима автономность, точность и скорость перемещения объекта или механизма. Это конвейерные линии, роботизированные комплексы, автоматизированные сортировочные центры, станки ЧПУ, 3D-принтеры и даже автоматы с игрушками [10]. Как показали результаты исследования наиболее часто в таких устройствах применяются модули линейного перемещения различных типов: модули движения, мехатронные модули (т. е. с обратной связью) и интеллектуальные мехатронные модули.

Мехатронные модули линейного перемещения достаточно просты конструктивно, понятны по принципам работы, содержат небольшое количество механических, электронных и электротехнических компонентов. Одним из наиболее известных проектов, в основе которого лежит линейный модуль перемещения, является XY Plotter Drawing Robot, и его многочисленные аналоги: 4xiDraw, Makengelo, ArtBot и др. Подобные проекты сегодня несут именно образовательную функцию, позволяя в полной мере осуществлять практико-ориентированный междисциплинарный подход на деятельностной основе.

### Методические рекомендации

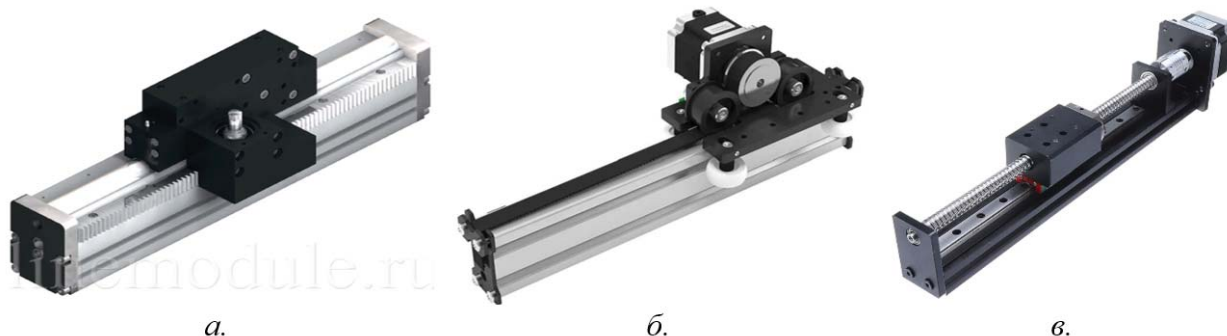
В рамках данного исследования нами разработаны методические рекомендации по теме «Проектирование и разработка мехатронного модуля линейного перемещения» для организации практико-ориентированной проектной деятельности студентов, обучающихся на уровне среднего профессионального или высшего образования по специальностям, направлениям или профилям, связанным с мехатроникой и робототехникой.

Как известно, проектное обучение сегодня входит в число ключевых методов эмпирического познания и является одним из наиболее эффективных и используемых в системе профессионального образования. Для решения поставленной задачи педагог имеет возможность организовать как индивидуальную, так и в групповую проектную деятельность [11]. Разнообразие конструктивных решений таких модулей на практике позволяет использовать широкую вариативность заданий (рисунок).

Процесс проектирования, конструирования и программирования такого модуля охватывает обширную область применяемых знаний, следовательно, необходимо предварительное освоение обучающимися базовых знаний в области технической механики, электротехники, электроники, а также они должны быть знакомы с основами программирования микроконтроллеров. Исходя из этого, данный проект может быть предложен студентам в 5–8 семестрах в рамках различных учебных дисциплин (Основы проектной деятельности, Прототипирование инженерных объектов, Разработка мехатронных систем, Технологическое предпринимательство и т. д.) или учебной практики.

Данный проект позволяет интенсифицировать реализацию сразу нескольких групп целей:

- освоение современных технологии: прототипирование с формированием навыков работы в CAD/CAM и CAE-системах и технологическим оборудованием (станки лазерной резки, 3D-принтеры, учебные токарные и фрезерные станки ЧПУ); проектирование цифровых устройств, разводка, изготовление и монтаж печатных плат; отработка правил электромонтажа и цифровое управление электроприводами; изучение/закрепление навыков програм-



**Рисунок.** Примеры мехатронных модулей линейного перемещения: а) на зубчато-реечной передаче; б) на зубчато-ременной передаче; в) на шарико-винтовой передаче

**Figure.** Examples of mechatronic linear movement modules: а) on a rack and pinion; б) on a toothed belt drive; в) on a ball screw drive



мирования микроконтроллеров и работы электронных устройств и т. д., что является основой современных инженерных, научно-технических и технологических инноваций;

- решение прикладных производственно-ориентированных задач: работа с реальными деталями и компонентами мехатронных модулей и систем; освоение/закрепление навыков работы с аналоговыми и цифровыми датчиками, интерфейсами, исполнительными механизмами; применение знаний программирования для создания автоматизированных и автономных систем [12];
- формирование навыков командной работы: развитие предметного терминологического языка; разноплановой коммуникативной компетенции внутри группы обучающихся и налаживание внешних коммуникаций с преподавателем, руководителем практики, сотрудниками производств и центров прототипирования, представителями Интернет-сообществ; умение самостоятельно распределять роли и задачи с партнерами, организовывать эффективную работу и т. д.

Запуская такой проект, преподаватель должен провести вводную беседу о том, что такое модуль линейного перемещения, где и для чего применяется, о том, что в зависимости от сложности и характера выполняемых работ линейные модули могут создаваться на различных опорных конструкциях, оснащаться различным количеством двигателей, системами измерения и управления. Как правило, движения модулей осуществляются с помощью шаговых двигателей, синхронных/асинхронных серводвигателей или шаговых сервоприводов. Для решения специализированных задач линейные модули могут оснащаться поворотными механизмами, защитной гофрой, датчиками положения и т. д.

Примерные темы для индивидуальной или групповой проектной работы:

- Проектирование и разработка мехатронного модуля линейного перемещения на реечной передаче;
- Проектирование и разработка мехатронного модуля линейного перемещения с винтовым приводом;
- Проектирование и разработка мехатронного модуля на зубчато-ременной передаче и т. д.

Следует отметить, что, несмотря на небольшое количество видов мехатронных модулей линейного перемещения, а соответственно, и предлагаемых тем, конструктивно они имеют огромное число вариаций:

- по количеству и видам используемых направляющих;
- по разновидностям винтов и гаек (для винтовых передач);
- по размещению электродвигателей (например, для ременных передач);
- по используемым датчикам и концевым выключателям
- по средствам защиты т. д.

Таким образом, на практике двух проектов по одной теме с одинаковой реализацией в учебных группах не встречается.

Проанализируем материально-техническую базу организации практической проектной деятельности студентов в рамках рассматриваемой тематики:

1. Детали для конструирования механической передачи модуля: направляющие, радиальные и линейные подшипники, муфты, шкивы, зубчатые ремни, ходовые винты и гайки, ШВП, гибкие кабель-каналы и т. д., рекомендуем брать стандартные для станков ЧПУ.
2. Конструкция несущей платформы: полностью или частично может быть спроектирована студентами самостоятельно в САД-системе и напечатана на 3D-принтере или вырезана на станке лазерной резки. При этом студенты на практике для сопряжения типовых деталей вынужденно осваивают технологию прототипирования.
3. Привод: для приведения модулей в рабочее состояние и подходящими для учебного процесса и задач проектной деятельности в технической сфере являются шаговые двигатели (ШД), например, модели 17HS3401 (различных версий) типоразмера Nema17, обладающие оптимальным соотношением цены и мощности. Они также активно используются в мехатронных системах, в том числе и учебного назначения. Для подключения двигателя к управляющей платформе могут быть использованы различные драйверы, например Motor Shield L298 (любой версии), A4988, TB6600 или другой аналог.
4. Неизменно встает вопрос использования управляющего микроконтроллера. Для подготовки студентов по рассматриваемой

мой области профессиональной деятельности это может быть программируемое реле (ПР) или промышленный логический контроллер (ПЛК) таких производителей, как Овен, Siemens, Omron, Segnetics, Контар, или аналог. Однако для запуска предлагаемой проектной модели мощности и ресурсы ПР и ПЛК являются избыточными.

Самыми распространенными и удобными для создания учебных прототипов мехатронных модулей являются платформы на базе микроконтроллеров ATmega компании Microchip Technology Inc. Следует отметить, что сегодня есть многочисленные решения создания на базе ATmega промышленных контроллеров для задач автоматизации и роботизации технологических процессов на предприятиях малого и среднего бизнеса, например [13–15 и т. д.]:

- Industruino – бельгийский ПЛК, созданный на основе микроконтроллера ATmega32u4;
- ARDBOX, M-Duino – линейки популярных ПЛК от Industrial Shields, построенных на базе различных микроконтроллеров ATmega;
- Controllino – австрийская компания Conelcom GmbH, выпускает линейку ПЛК, построенных на базе микроконтроллеров ATmega328 и 2560;
- PLDuino – ПЛК на базе ATmega2560 от компании Digital Loggers ориентирован для использования в приложениях промышленного Интернета вещей и других приложениях заводской робототехники;
- ProductivityOpen – Arduino – совместимый OpenSource-контроллер для применения в промышленности. Позволяет легко сопрягать различные модули ввода/вывода от AutomationDirect с модуля Arduino.

В рамках предлагаемых проектов могут быть использованы платформы на базе различных микроконтроллеров: ATmega48, ATmega88, ATmega168, ATmega328, ATmega32u4, ATmega2560 или др. Все платформы обладают характеристиками и ресурсами вполне достаточными для реализации учебных проектов [16–19 и др.]. Открытая шина, наличие цифровых и аналоговых контактов входа/выхода позволяют использовать их для управления множеством разнообразных электронных устройств, в том числе и мехатронных модулей линейного перемещения.

1. Для разработки и отладки системы управления мехатронным модулем, а также создания принципиальной схемы подключения

всех электронных компонент потребуются: контактные или бесконтактные датчики (тактовые кнопки DIP, концевые переключатели для станков ЧПУ с лапкой/роликом, возможно, индуктивные или оптические датчики), резисторы различного номинала, светодиоды для панели индикации, кнопки E-stop, провода под Dupont-разъемы типа «вилка–вилка» и «вилка–розетка», макетная плата, блок питания.

Для монтажа кабельной системы мехатронного модуля могут быть использованы контактные колодки или пайка проводов. Для структуризации потребуются маркеры для проводов (например, самоклеящиеся), для изоляции кабельной системы – термоусадка, гибкая спиральная оплетка, гибкий кабель-канал.

2. Если студенты примут решение о разработке собственного коммутационного устройства, то, соответственно, потребуется оборудование для реализации технологии изготовления печатных плат (для единичных проектов это может быть ЛУТ), а также все расходные материалы для электропаяльных работ и поверхностного монтажа плат.

Как показала практика, наибольшую проблему составляет разработка управляющей программы для мехатронного модуля. Согласно международному стандарту МЭК 61131-3 для программирования ПР, ПЛК и других видов контроллеров, управляющих системами автоматизации, мехатронными модулями, роботизированными комплексами и т. д., могут быть использованы следующие языки программирования: LD (программирование с помощью линейно-контакторных схем), FBD (графический язык функциональных блочных диаграмм), ST (текстовый паскалеподобный язык), SFC (высокоуровневый графический язык на базе математического аппарата сетей Петри). Кроме того, огромное количество управляющих контроллеров сертифицировано под программирование на языках C++ или Python с использованием разнообразных библиотек.

В проекте на базе микроконтроллеров ATmega управляющая программа может быть написана как в любой среде интегрированной разработки IDE на C++, компилятор которой совместим с используемым контроллером (Arduino IDE, Programino, B4R, CodeBlocks и др.), так и в специализированных средах, поддерживающих стандарт программирования промышленных контроллеров (например, FLProg – поддерживает программирование

на языках FBD и LAD (нотация LD), LDmicro – реализует язык LD). Все предлагаемые среды являются свободно распространяемым программным обеспечением.

Техническое задание на проекты может предполагать самостоятельное изготовление отдельных деталей несущей конструкции и корпуса мехатронного модуля с помощью станка лазерной резки или 3D-принтера. Такое оборудование сегодня есть практически в каждом вузе. Самостоятельное проектирование и изготовление деталей для сопряжения, элементов корпуса и т. д. способствует формированию инженерного мышления, умению работать с технической и проектной документацией, формированию дополнительных компетенций в области современных производственных наукоемких технологий.

### Выводы

Подготовка инженерных кадров, рабочих и специалистов для современного производства является одним из приоритетов государственной политики. Считается, что специалисты в области мехатроники и робототехники призваны стать флагманами развития отечественной промышленности и внедрения инноваций на основе цифровизации производственных процессов. Анализ региональных и государственных рынков труда показывает востребованность данных специалистов. Это требует подготовки

не просто молодых кадров, а конкурентоспособных профессионалов, адаптированных к современным реалиям, способных работать бок о бок с умной цифровой техникой, находить нестандартные решения проблем, готовых работать в команде и постоянно совершенствовать профессиональные компетенции. Мы считаем, что наиболее эффективно данные компетенции формируются в проектной деятельности при разработке учебных технических проектов с конкретным результатом, доведенным до состояния работающего устройства (прототипа). В частности, междисциплинарные групповые профессионально-ориентированные краткосрочные проекты по созданию модулей линейного перемещения позволяют ознакомиться с принципами организации цифрового производства, освоить компетенции по проектированию, разработке, пуско-наладке и сервису его элементов, а также получить опыт командной работы над решением конкретной инженерно-технической задачи.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Тюменской области в рамках научного проекта № 20-413-720011 «Разработка модели профессиональной ориентации, самоопределения и самореализации населения Тюменской области в условиях трансформации социально-экономического пространства».*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Путин: без цифровой экономики нет будущего // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации URL: <https://digital.gov.ru/ru/events/37031/> (дата обращения 15.05.2022).
2. Рынок требует ИТ-инженеров // COMNEWS. URL: <https://www.comnews.ru/content/221952/2022-08-31/2022-w35/rynok-trebuuet-it-inzhenerov> (дата обращения 05.09.2022).
3. Тенденции мирового ИТ-рынка // TADVISER. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A2%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B8\\_%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE\\_%D0%98%D0%A2-%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BA%D0%B0](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A2%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B8_%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%98%D0%A2-%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BA%D0%B0) (дата обращения 20.10.2022).
4. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника // ФГОС. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-15-03-06-mehatronika-i-robototehnika-1046/> (дата обращения 20.02.2022).
5. Ечмаева Г.А. Формирование информационной культуры у студентов средних профессиональных образовательных учреждений сельскохозяйственного профиля: дисс. ... канд. наук. – Омск, 2006. – 202 с.
6. Тулохонова И.С. Формирование проектной деятельности студентов технического вуза в условиях предметной информационно-образовательной среды: дисс. ... канд. наук. – Чита, 2009. – 186 с.
7. Проектное обучение: практики внедрения в университетах / под общ. ред. О.В. Лешукова, Н.В. Исаевой, Л.А. Евстратовой. – М.: ИД НИУ ВШЭ, 2018. – 154 с.
8. Трищенко Д.А. Проектное обучение в вузе: направления поиска внешнего заказчика // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. – 2020. – № 2. – С. 105–115. DOI: 10.18384/2310-7219-2020-2-105-115
9. Зеер Э.Ф. Психология профессионального образования. – М.: Изд-во «Юрайт», 2019. – 395 с.

10. Ечмаева Г.А., Гутник Ф.Е., Закшаускас А.Д. Методические рекомендации по организации учебного проектирования мехатронного модуля линейного перемещения в системе дополнительного образования школьников // Современное педагогическое образование. – 2021. – № 12. – С. 76–78.
11. Основы проектной деятельности: метод. указания / сост.: А.И. Блесман, К.Н. Полешенко, Н.А. Семенов, А.А. Теплоухов. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2021. – 38 с.
12. Четина В.В. Образовательная робототехника: опыт, проблемы, перспективы // Наука и перспективы. – 2019. – № 1. – С. 44–49.
13. Industrial automation and motion technologies // OrbisCNC. URL: <https://orbiscnc.jimdofree.com/prodotti/controllino/> (дата обращения: 28.12.2021).
14. ProductivityOpen – это OpenSource-контроллер для применения в промышленности. URL: <https://plc-arduino.ru/> (дата обращения: 28.12.2021).
15. Arduino промышленного исполнения // DOMOTICZFAQ. URL: <https://domoticzfaq.ru/arduino-promyshlennogo-ispolneniya/> (дата обращения: 28.12.2021).
16. Ечмаева Г.А., Гутник Ф.Е. Сравнительный анализ 8-32 разрядных микроконтроллеров за 2019 год // Наука. Исследования. Практика. Сборник избранных статей по материалам Международной научной конференции. Ч. 1. – СПб: ГНИИ «Нацразвитие», 2020. – С. 70–72.
17. Белов А.В. Микроконтроллеры AVR: от азов программирования до создания практических устройств. – СПб.: Наука и техника, 2016. – 544 с.
18. Конюх В.Л. Проектирование автоматизированных систем производства. – М.: КУРС: ИНФРА-М, 2019. – 312 с.
19. Кравченко А.В. 10 практических устройств на AVR-микроконтроллерах. Кн.1. – М.: МК-Пресс, 2014. – 224 с.

Дата поступления: 23.10.2022 г.

Дата принятия: 23.12.2022 г.

UDC 372.862

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_15

## SOCIOECONOMIC DEVELOPMENT OF THE REGION AS A DETERMINING FACTOR IN THE ORGANIZATION OF PRACTICAL PROJECT TRAINING FOR FUTURE SPECIALISTS IN DIGITAL PRODUCTION

**Galina A. Echmaeva,**

Cand. Sc., associate professor,  
g.a.echmaeva@utmn.ru

**Elena N. Malysheva,**

Cand. Sc., associate professor,  
el.n.malysheva@utmn.ru

University of Tyumen,  
6, Volodarsky street, Tyumen, 625003, Russia,

The article updates the issues of practice-oriented training in mechatronics as one of the conditions for a systematic solution of the task of digitalization of the economy. The demand for mechatronics specialists in Tyumen region is analyzed. The results are correlated with the data of other research. The base and conditions of project training of these specialists in Tyumen region are analyzed. The specificity of project activities in mechatronics is highlighted. Methodological recommendations on the organization of mechatronics technical training projects (in terms of the training task to be solved, choice of topics, technical basis, project assignment, etc.) are presented. The recommendations are specific and based on the authors' practical experience.

**Key words:** Tyumen region, socio-economic sphere, mechatronics, project activities, technical training project, linear motion module.

*The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research and the Tyumen Region within the framework of the scientific project no. 20-413-720011 «Development of a model of vocational guidance, self-determination and self-realization of the population of the Tyumen Region in the context of the transformation of the socio-economic space».*

### REFERENCES

1. Putin: Bez tsifrovoy ekonomiki net budushchego [Putin: there is no future without the digital economy]. *Ministerstvo tsifrovogo razvitiya, svyazi i massovykh kommunikatsiy Rossiyskoy Federatsii*. Available at: <https://digital.gov.ru/ru/events/37031/> (accessed 15 May 2022).
2. Rynok trebuet IT-inzhenerov [The market requires IT engineers]. *COMNEWS*. Available at: <https://www.comnews.ru/content/221952/2022-08-31/2022-w35/rynok-trebuet-it-inzhenerov> (accessed 5 September 2022).
3. Tendentsii mirovogo IT-rynka [Trends in the global IT market]. *TADVISER*. Available at: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A2%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B8\\_%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE\\_%D0%98%D0%A2-%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BA%D0%B0](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A2%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B8_%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%98%D0%A2-%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BA%D0%B0) (accessed 20 October 2022).
4. Federalny gosudarstvenny obrazovatelny standart vysshego obrazovaniya po napravleniyu podgotovki 15.03.06 Mekhatronika i robototekhnika [Federal state educational standard of higher education in the direction of training 15.03.06 Mechatronics and robotics]. *Federal State Educational Standard*. Available at: <https://fgos.ru/fgos/fgos-15-03-06-mehatronika-i-robototekhnika-1046/> (accessed 20 February 2022).
5. Echmaeva G.A. *Formirovanie informatsionnoy kultury u studentov srednikh professionalnykh obrazovatelnykh uchrezhdeniy selskokhozyaystvennogo profilya*. Diss. Kand. nauk [Formation of information culture among students of secondary vocational educational institutions of agricultural profile. Cand. Diss.]. Omsk, 2006. 202 p.
6. Tulokhonova I.S. *Formirovanie proektnoy deyatelnosti studentov tekhnicheskogo vuza v usloviyakh predmetnoy informatsionno-obrazovatelnoy sredy*. Diss. Kand. nauk [Formation of project activity of students of a technical university in the conditions of a subject information and educational environment. Cand. Diss.]. Chita, 2009. 186 p.

7. *Proektnoe obuchenie: praktiki vnedreniya v universitetakh* [Project-based learning: implementation practices in universities]. Eds. Leshukov O.V., Isaeva N.V., Evstratova L.A. Moscow, HSE Publ., 2018. 154 p.
8. Trishchenko D.A. Project-based learning in higher education institution: searching for an external customer. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seria Pedagogika*, 2020, no. 2, pp. 105–115. In Rus. DOI: 10.18384/2310-7219-2020-2-105-115
9. Zeyer E.F. *Psikhologiya professionalnogo obrazovaniya* [Psychology of vocational education]. Moscow, Yurayt Publ., 2019. 395 p.
10. Echmaeva G.A., Gutnik F.E., Zakshauskas A.D. Methodological recommendations on the organization of educational design of a linear motion mechatronic module in the system of additional education for schoolchildren. *Modern Pedagogical Education*, 2021, no. 12, pp. 76–78. In Rus.
11. *Osnovy proektnoy deyatel'nosti: metodicheskie ukazaniya* [Fundamentals of project activities: methodical instructions]. Compilers A.I. Blesman, K.N. Poleshchenko, N.A. Semenyuk, A.A. Teploukhov. Omsk, OmSTU Publ., 2021. 38 p.
12. Chetina V.V. Obrazovatel'naya robototekhnika: opyt, problemy, perspektivy [Educational robotics: experience, problems, prospects]. *Nauka i perspektivy*, 2019, no. 1, pp. 44–49.
13. Industrial automation and motion technologies. *OrbisCNC*. Available at: <https://orbiscnc.jimdofree.com/prodotti/controlino/> (accessed: 28 December 2021).
14. *ProductivityOpen – eto OpenSource-kontroller dlya primeneniya v promyshlennosti* [ProductivityOpen is an OpenSource controller for industrial applications]. Available at: <https://plc-arduino.ru/> (accessed: 28 December 2021).
15. Arduino promyshlennogo ispolneniya [Industrial Arduino]. *DOMOTICZFAQ*. Available at: <https://domoticzfaq.ru/arduino-promyshlennogo-ispolneniya/> (accessed: 28 December 2021).
16. Echmaeva G.A., Gutnik F.E. Sravnitel'ny analiz 8-32 razryadnykh mikrokontrollerov za 2019 [Comparative analysis of 8-32 bit microcontrollers in 2019]. *Nauka. Issledovaniya. Praktika. Sbornik izbrannykh statey po materialam Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. Ch. 1* [Science. Research. Practice. Themed collection of papers from the international conference. P. 1]. St. Petersburg, Humanitarian National Research Institute «NATIONAL DEVELOPMENT», 2020. pp. 70–72.
17. Belov A.V. *Mikrokontrollery AVR: ot azov programirovaniya do sozdaniya prakticheskikh ustroystv* [AVR microcontrollers: from the basics of programming to the creation of practical devices]. St. Petersburg, Science and technology Publ., 2016. 544 p.
18. Konyukh V.L. *Proektirovanie avtomatizirovannykh sistem proizvodstva* [Design of automated production systems]. Moscow, KURS: INFRA-M Publ., 2019. 312 p.
19. Kravchenko A.V. *10 prakticheskikh ustroystv na AVR-mikrokontrollerakh. Kniga 1* [10 practical devices on AVR microcontrollers. B. 1]. Moscow, MK-Press, 2014. 224 p.

Received: 23 October 2022.  
Reviewed: 23 December 2022.

УДК 378.147

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_16

## УЧЕБНАЯ ЗАДАЧА КАК КОМПОНЕНТ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ В СРЕДЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

**Жигалова Ольга Павловна,**

кандидат педагогических наук, доцент,  
zhigalova.op@dvfu.ru

Школа педагогики, Дальневосточный федеральный университет,  
Россия, 690922, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10

В работе поднимается вопрос об использовании технологии виртуальной реальности в системе инженерного образования. Актуальность исследования обусловлена требованиями, предъявляемыми к современной системе инженерного образования, связанными с активным использованием образовательных ресурсов на основе VR-интерфейсов. В рамках работы выделены особенности применения технологии виртуальной реальности в системе инженерного образования, выделены основные направления и ключевые проблемы использования. Автором обоснована необходимость рассмотрения деятельности обучающихся в среде виртуальной реальности с позиции выполнения учебной задачи. С учетом основных подходов к организации учебной деятельности, приемов и методов программированного обучения определены ключевые характеристики учебной задачи в среде виртуальной реальности; представлена классификация учебных задач; выделены и описаны основные компоненты учебной задачи; выделены факторы, которые следует учитывать при проектировании и реализации учебной задачи в среде виртуальной реальности.

**Ключевые слова:** цифровые технологии, среда виртуальной реальности, VR-технологии, обучение в среде виртуальной реальности, инженерное образование.

### Введение

Программа развития цифровой экономики является стратегической задачей в нашей стране на ближайшие годы. Цифровые технологии (технологии виртуальной реальности, технологии дополненной реальности, аддитивные технологии, технологии искусственного интеллекта, технологии больших данных, технологии интернет-вещей) определяют потенциал цифрового общества и экономики в будущем. Система инженерного образования не является исключением. Повышаются требования к уровню профессиональных компетенций инженера в связи с высокотехнологичностью и наукоемкостью современных проектов, мультидисциплинарностью проектных решений [1]. К системе профессионального инженерного образования предъявляются требования, направленные на обеспечение фундаментальности, практикоориентированности, соответствие современным критериям в обеспечении сферы профессиональной деятельности. Технологии визуализации и удаленного доступа играют особую роль в системе профессиональной подготовки инженеров [2]. Данные технологии рассматриваются в качестве инструментов для создания цифровых образовательных ресурсов, обеспечивающих персонализированный подход в обучении на

различных уровнях профессиональной подготовки. Технологии виртуальной реальности (VR-технологии) рассматриваются в качестве цифрового инструмента, который позволит выйти на качественно новый уровень разработки и создания цифровых ресурсов, обеспечивающих иммерсионное погружение обучающихся в учебную среду. Помимо этого, VR-технологии рассматриваются в качестве эффективного инструмента, который поможет в решении различного рода инженерных задач. Например, на различных этапах проектирования и эксплуатации объекта: на этапе планирования и эскизного проектирования, на этапе конструкторской разработки, на этапе технологической подготовки производства, на этапе тестирования и отладки приемов эксплуатации [3, 4]. В научной литературе авторами рассматриваются подходы, связанные с применением технологии виртуальной реальности в подготовке агроинженеров, инженеров-конструкторов, инженеров по эксплуатации технических систем, инженеров-строителей, и т. д. [5–7]. Так, в профессиональной подготовке инженеров-строителей появляется возможность визуально оценить качество объектов, взаимосвязь основных компонентов, дизайн и эстетику будущего решения, ошутить пропорции [8]. Особую

роль играют VR-интерфейсы в создании условий для формирования практических умений, связанных с технической эксплуатацией объекта [9]. Среда виртуальной реальности позволяет создать условия успешного овладения профессиональными умениями на основе качественного взаимодействия с «цифровыми двойниками» [10]. Взаимодействие с «цифровыми двойниками» в среде виртуальной реальности значительно повышает уровень подготовки специалистов инженерной специальности за счет углубления понимания и предоставления возможности анализа профессиональной ситуации, формирования эмоционального отклика [11]. Образовательные ресурсы на основе технологии виртуальной реальности рассматриваются в качестве эффективных и достаточно продуктивных средств обеспечения профессиональной теоретической подготовки и формирования практических умений. VR-технологии используются для создания качественных демонстрационных материалов, позволяющих сформировать наиболее полное представление о реальном объекте за счет создания его визуализированной модели [12]. Следует отметить, что обучающийся при этом может выступать не только в качестве наблюдателя, у которого есть уникальная возможность рассмотреть ситуацию с позиции, в которой он находится, но и в качестве активного пользователя, перемещающегося в среде и активно взаимодействующего с объектами среды [13, 14].

Процесс внедрения технологии виртуальной реальности в систему инженерного образования сопряжен с рядом проблем. Отдельные авторы указывают на определенную сложность в разработке программных продуктов, отражающих сферу профессиональной деятельности [15]. Например, недостаточная реалистичность промышленных интерфейсов, по мнению Г.Ф. Хасановой, не способствует появлению реальных стимулов для соблюдения правил безопасности [16]. Но следует отметить, что излишняя избыточность и насыщение учебной среды сенсорными стимулами рассматривается в качестве отрицательного фактора, который способствует формированию негативных симптомов (векции), связанных с погружением в среду виртуальной реальности. Т.Ю. Соколова, Г.И. Фазылынова, Е.Е. Ефграфова, Е.В. Астапович поднимают в своих работах вопрос о проектировании элементов пользовательского VR-интерфейса с опорой

на комплексный подход к созданию «экологичного» интерфейса, позволяющего снизить эмоциональную и когнитивную нагрузку на пользователя в непривычных ситуациях, предоставить ему возможность совершать «минимальное количество операций для достижения конкретных целей» [17. С. 163]. Соблюдение психофизиологических требований и учет гносеологических аспектов при разработке VR-интерфейсов становится важной задачей, актуализируется вопрос об условиях использования образовательных ресурсов на основе VR-интерфейсов. В работе А.Ю. Уварова затрагивается проблема о разработке «нового класса методических решений, которые используют педагогические возможности, открывающиеся в связи с появлением технологических средств» [18. С. 115]. Следует отметить, что основной подход в разработке продуктов для системы профессионального образования ориентирован на разработку 3D-инструкций для демонстрации в среде виртуальной реальности. При этом обучающийся, как правило, выступает в качестве наблюдателя за происходящим процессом из различных позиций. На практике осуществляется простой перенос заданий, представленных в текстовом или графическом формате, в среду виртуальной реальности. Дидактический цикл реализуется следующим образом: обучающийся получает доступ к теоретическому материалу, после изучения теоретического материала он выполняет определенные действия, если данные действия точны, то он переходит к выполнению теста или получает доступ к дополнительным материалам [19]. Данный подход не позволяет в полной мере задействовать потенциал среды виртуальной реальности и реализовать эффективную модель профессиональной подготовки.

Отсутствие разработанных методических и процессуальных решений по проектированию и использованию образовательных ресурсов на основе VR-интерфейсов в процессе обучения осложняет механизм использования технологии виртуальной реальности в системе профессионального образования. В отдельных работах представлены результаты основных исследований в отечественной педагогике, связанные с определением места среды виртуальной реальности в системе основного и профессионального образования; выявлением условий организации учебного процесса с применением технологии виртуальной реальности; выявлением степени ее эффективно-



сти в подготовке профессиональных кадров (например, при подготовке инженеров, стропальщиков, сварщиков и т. д.) [20]. Вопрос о разработке организационно-педагогических и методических условий обеспечения учебной деятельности обучающихся в среде виртуальной реальности становится актуальным.

### **Материалы и методы исследования**

Данное исследование проведено на основе теоретического анализа научных работ, отражающих вопросы организации программированного обучения и опыт использования технологии виртуальной реальности в образовании. Системно-аналитический и логико-структурный методы исследования использовались для уточнения понятия «учебная задача» применительно к среде виртуальной реальности и выделения ее ключевых характеристик. Основу исследовательской работы составляют актуальные работы по проектированию и использованию профессиональных VR-интерфейсов в образовательных целях.

Ключевые вопросы исследования затрагивают содержание и условия реализации учебной задачи в среде виртуальной реальности, отражают особенности ее проектирования.

### **Результаты исследования**

#### ***Условия реализации учебной задачи в среде виртуальной реальности***

Процесс обучения в среде виртуальной реальности характеризуется мультимодальностью, иммерсивностью, интерактивностью, насыщенностью. Данные характеристики обеспечивают качественно новые условия для организации учебной и познавательной деятельности обучающихся. В основе механизма реализации учебного процесса в среде виртуальной реальности лежит средовой подход. Среда виртуальной реальности имеет ряд функциональных достоинств:

- 3D-визуализация объектов позволяет осуществлять обучающимся всестороннее наблюдение и фиксацию информации в условиях, приближенных к реальным;
- имитация процессов и способов взаимодействия с 3D-объектами позволяет организовать деятельность обучающихся в безопасной учебной среде;
- иммерсионное погружение обучающихся позволяет получить эмоциональный отклик на происходящее и увеличить концентрацию внимания.

Оторванность от реального мира и реального времени рассматривается в качестве ключевой характеристики процесса организации учебной деятельности обучающихся в среде виртуальной реальности. В условиях виртуальной среды процесс обучения организован только с использованием запрограммированных сред, направленных на активизацию деятельности за счет обеспечения условий для получения уникального опыта. Данные условия организации обучения отличаются от реальной среды, где обучающийся имеет опыт взаимодействия с материальными носителями информации (текст, звук, видео), а также имеет возможность организации практической деятельности в условиях реального окружения с другими субъектами образовательного процесса. Это позволяет нам рассматривать процесс нахождения обучающихся в среде виртуальной реальности как процесс, ориентированный на выполнение учебной задачи, которая не зависит от *реальных условий и реального времени*.

Учебная задача как компонент деятельности обучающихся в среде виртуальной реальности представляет собой визуализированную модель проблемной ситуации, социально значимой для обучающегося. Учебная задача в контексте организации деятельности обучающихся находит отражение в теории программированного обучения, а именно в работах отечественных авторов В.П. Беспалько, Н.Ф. Талызина, Е.И. Машбиц [21–23]. Теория программированного обучения в полной мере отражает область использования компьютерных средств в организации процесса обучения. Построение обучающих систем осуществляется на основе ключевых принципов программированного обучения: новый материал предъявляется в зависимости от уровня достижений обучающегося, каждый очередной этап в обучении основывается на текущем уровне знаний; после каждой реакции со стороны обучающегося существует возможность получения обратной связи; если вариант оказывается неудовлетворительным, то могут быть внесены изменения в траекторию обучения. Изначально учебная задача была связана с организацией вычислений или выполнением действий на экране компьютера. Появление и развитие технологии виртуальной реальности привело к созданию качественно новых условий выполнения учебной задачи. Среди ключевых из них отметим: по-

*липерцептивная модель реальности*, которая создана средствами трехмерной графики и методами математического моделирования; *иммерсивность деятельности*, которая обеспечивается за счет подачи на основные перцептивные каналы программно-управляемых воздействий; *управление системой* за счет отождествления пользователя с виртуальным образом и создание реакции на его поведение, максимально приближенной к реальной; *эффект личного участия в событии* (за счет эффекта присутствия), который позволяет обеспечить функциональную замкнутость и самодостаточность системы.

Под учебной задачей в среде виртуальной реальности нами понимается визуализированная проблемная ситуация, разрешение которой ориентировано на активизацию познавательной деятельности и овладение способами и приемами мыслительной деятельности. Следует выделить основные профессиональные задачи в системе инженерного образования, при освоении которых оправдано применение VR-технологий:

- задачи, которые сложно объяснить с использованием печатных материалов и 2D-визуализации (на экране компьютера);
- задачи, где требуется безошибочное выполнение действий;
- задачи, предполагающие выполнение трудной процедуры действий (сложная или длительная последовательность манипуляций);
- задачи, при выполнении которых требуется скорость реакции и исключается возможность доступа к справочной информации;
- задачи, которые редко встречаются на практике, но требуют особого внимания;
- задачи, которые требуют большой практики для достижения требуемого качества работы;
- задачи, требующие принятия решения на основе оценки большого числа существующих условий;
- задачи, требующие знания подробных процедур при работе с оборудованием (допуск к работе);
- задачи, при решении которых требуются усилия двух и более человек;
- задачи, где случайная ошибка может привести к поломке уникального оборудования.

В зависимости от стратегии реализации учебной деятельности можно выделить следующие подходы к обучению: линейный и разветвляющийся.

*Подход на основе линейного обучения* предполагает, что обучающемуся необходимо выполнить ряд действий последовательно, где каждое последующее действие выполняется строго после выполнения предыдущего действия. Последовательность действий строго определена. Данный подход активно используется в разработке визуализированных инструкций по эксплуатации инженерных объектов или при создании тренажеров, ориентированных на усвоение определенного алгоритма работы. Как правило, это задания с неизменной последовательностью операций, например визуальный осмотр оборудования, снятие, очистка, смазка, установка и т. д. Обучение на основе подражания (в случае, когда ориентировочная основа действия дается в готовом виде) рассматривается в качестве основного подхода к проектированию профессиональных тренажеров. Обучение строится на основе подражания преимущественно с использованием зрительных и слуховых анализаторов, особенностей моторно-двигательной памяти. В этом случае все действия выполняются строго в соответствии с предложенными образцами поведения, обучающийся на уровне подражания копирует действия виртуального помощника или наставника и старается точно воспроизводить действия. Данный подход ориентирован на формирование фиксированной модели поведения и сопряжен с отсутствием познавательной активности, выходящей за рамки выполняемых предписаний. Следует отметить, что «профессиональное подражание» в среде виртуальной реальности не способствует формированию обоснованного и осмысленного подхода к выполнению профессиональных процедур и действий, препятствует переносу освоенных способов деятельности на другие условия.

*Подход на основе разветвляющегося обучения* ориентирован на принятие решения и выбор действия исходя из предложенных вариантов (ситуаций). Данный прием обучения относят к обучению с корректировкой. Данный подход активно используется при разработке виртуальных экскурсий (например, анализ строительных сооружений, диагностика инженерных объектов) или при разработке профессиональных симуляторов. Как правило, это задания, характер которых связан с проверкой и поиском неисправностей, проектированием или конструированием объектов в 3D-среде. Доступ пользователя к информации осуществляется поэтапно:

- уровень информации общего характера;
- уровень визуализации 3D-окружения (информация о системе в целом);
- уровень визуализации 3D-объекта (визуализация части оборудования, конкретного узла или детали);
- уровень доступа к ориентировочной информации на основе визуализированных указаний (принципы работы, схема взаимодействия и т. д.).

Реализация учебной задачи средствами VR-технологий осложняется тем, что предполагается перенос основных этапов деятельности обучающихся из реальной среды в среду виртуальной реальности. Основная сложность связана с тем, что обучающийся находится в среде виртуальной реальности, а педагог – в реальном пространстве [24]. В реальной среде осуществляется целеполагание деятельности, рефлексия деятельности по итогам погружения в среду виртуальной реальности. На этапе целеполагания перед обучающимся ставится конечная цель, связанная с использованием VR-интерфейсов, описывается предполагаемый результат деятельности. Преподавателем даются краткие инструкции, связанные с содержанием деятельности и использованием технического или программного интерфейса. Например, использование контроллеров или взаимодействие с объектами основного меню. После обучения в среде виртуальной реальности важно обеспечить обучающимся условия для рефлексии с целью выявить, насколько данный опыт может встраиваться в систему существующих отношений в учебной среде или в систему предполагаемых отношений в профессиональной сфере в будущем. В среде виртуальной реальности реализуются следующие этапы учебной деятельности: анализ ситуации (анализ исходных данных), принятие решения, выполнение определенного набора действий, анализ результатов выполнения действий. Следует заметить, что в среде виртуальной реальности деятельность обучающегося направлена на преобразование виртуального окружения за счет поискового конструирования. Вся учебная информация в среде виртуальной реальности представляется с использованием 3D визуализированных объектов, дополненных текстовыми или звуковыми инструкциями. Перед обучающимся на каждом этапе деятельности возникает необходимость в распознавании 3D-окружения, в понимании дополнительных инструкций и правил их выполнения.

В зависимости от способа подачи информации в среде виртуальной реальности можно выделить вербальные и визуализированные инструкции. Вербальные указания, в силу своей экономичности, используют на этапе начальной ориентации обучающихся в среде виртуальной реальности (при постановке цели деятельности, для сообщения правил, обеспечивающих успешное выполнение поставленных задач, при описании конечного результата); а также на ключевых этапах выполнения учебного задания (для информирования обучающихся о текущих результатах деятельности, для ориентации обучающихся на промежуточных этапах работы). Следует отметить, что вербальные указания (как автоматизированные, так и со стороны преподавателя) должны быть актуальными по ситуации, периодическими по времени и небольшими по объему. Ориентировочные указания в среде виртуальной реальности на основе подробного инструктажа перед выполнением задачи не способствуют ориентации обучающихся, они, как правило, замедляют процесс ознакомления со средой и условиями выполнения учебной задачи. В среде виртуальной реальности обучающийся лишен возможности конспектировать информацию, поэтому следует представлять информацию порционно, в виде кратких указаний.

Визуализированные инструкции позволяют получить дополнительную информацию с использованием текстового способа подачи информации, способа демонстрации действий или приема направляющих указаний. Прием направляющих указаний используется для ориентации обучающегося в среде виртуальной реальности по мере необходимости. Направляющие указания появляются в поле видимости пользователя в виде подсвеченных объектов, «всплывающих информационных окон» и т. д. Использование визуальных подсказок направлено на ориентацию обучающихся в среде виртуальной реальности. Визуальные подсказки используются в среде виртуальной реальности как маркеры, которые позволяют управлять перцептивными или моторными действиями обучающихся. Они играют важную роль в исправлении ошибок при выполнении заданий. Визуальные подсказки координируют деятельность обучающихся в процессе выполнения различного рода действий в среде виртуальной реальности. В силу того, что нет подтвержденных резуль-

татов исследований, отражающих готовность обучающихся выполнять перцептивно-моторную деятельность в среде виртуальной реальности на основе словесных инструкций, сопровождение деятельности обучающихся в среде виртуальной реальности в основном осуществляется с опорой на визуальные указания, возникающие по мере необходимости. Координация действий с использованием визуальных подсказок эффективна только в тех случаях, когда не требуется анализ альтернативных решений и это не отвлекает внимание обучающегося.

Учебные задачи, предназначенные для выполнения в среде виртуальной реальности, можно условно разделить по виду основной деятельности на вербальные (речевые), моторные (двигательные, перцептуально-моторные) и комбинированные. Вербальная категория учебных задач отражает не только языковую деятельность, но и процессы, которые ее сопровождают: вынесение суждений, усвоение правил, поиск решения, составление плана. Примером реализации учебной задачи в вербальной форме выступают различные среды, предназначенные для овладения приемами разговорной речи, обучения иностранным языкам, приемами синхронного перевода и т. д. [25]. Категорию учебных задач, ориентированную на формирование двигательных навыков, можно разделить на задачи, требующие формирования грубых навыков с вовлечением всех частей тела (например, выполнение операций по сборке и разборке гидравлических насосов) [26], и тонких навыков, связанных с движением рук (например, моделирование строительных проектов, техническое обслуживание самолета) [27, 28]. Помимо этого, существует классификация учебных задач на формирование «закрытых» умений, не требующих отвлечения внимания на внешние стимулы (например, сварка), «открытых» умений, где требуемые реакции сильно зависят от изменяющихся условий (например, стропальщик, пилот).

#### ***Особенности проектирования учебной задачи для ее выполнения в среде виртуальной реальности***

На этапе проектирования учебных задач важно определить: требуемые умения, необходимые знания, средства и оборудование, технические данные, отдельные операции и риски, связанные с выполнением профессио-

нальной задачи в среде виртуальной реальности. При разработке учебных заданий важно учитывать основные принципы поэтапного обучения и на их основе выстраивать следующую процедуру учебной деятельности: выполнение элементарных действий и формирование первичного представления в конкретной ситуации; создание вариативности ситуаций и формирование представлений о взаимосвязях; фиксация различий и вербальное обобщение; изучение концепций и решение проблем.

Непосредственно при создании 3D визуализированной модели профессиональной ситуации важно предусмотреть:

- порядок и способ взаимодействия пользователя с оборудованием с применением контроллеров;
- возможные исходы, т. е. последствия, связанные с неверно выполненным заданием;
- возможные вербальные и визуальные указания, ориентирующие пользователя при выполнении необходимых действий, т. е. что именно пользователю необходимо увидеть, услышать и ощутить;
- реакцию пользователя на ситуацию, т. е. какое именно действие требуется выполнить пользователю для инициации задания;
- обратную связь на действия пользователя, т. е. конкретные признаки, которые указывают, что задание выполнено правильно (неправильно);
- критерии качества работы, т. е. какие требования предъявляются ко времени и точности выполнения задания;
- источники дополнительной информации, т. е. в каком формате предоставляется дополнительная информация для выполнения пользователем задания.

К качеству 3D-визуализации инженерных объектов и систем предъявляются высокие требования. В первую очередь, это связано с тем, что профессиональные задачи, обучение которым осуществляется с применением VR-технологий, требуют анализа ситуации на основе визуализированных данных. Но при этом следует учитывать, что излишняя визуализация объектов может привести к дополнительной эмоциональной и когнитивной нагрузке, а наличие излишних «динамических объектов» – к возникновению симптомов вежции (головокружение, тошнота) [29]. На этапе планирования учебной задачи важно решить ряд вопросов:

1. Может ли пользователь сидеть в процессе выполнения учебной задачи или ему важно чувствовать перемещение относительно визуальной сцены?
2. Может ли пользователь обучаться, наблюдая за сценой из одной точки, или ему необходимо наблюдать за происходящим на сцене из разных точек?
3. Будет ли в сцене что-либо перемещаться относительно пользователя (независимо от него) или других объектов? Какое количество неуправляемых «динамических объектов» присутствует в сцене?
4. Есть ли необходимость отражать в сцене тени от объектов? Должен ли на сцене иметь отражение солнечный свет?
5. Как быстро необходимо осуществлять переход между сценами?
6. Каким образом осуществляется перемещение пользователя (реальное перемещение, телепорт, скольжение)?
7. Есть ли необходимость использовать виртуальные руки при выполнении действий?

При разработке образовательных ресурсов на основе VR-интерфейсов важно учитывать ряд факторов, которые приводят к возникновению симптомов вежции и усиливают нагрузку на психофизиологическое состояние пользователя. Выделим основные из них: перемещение (с использованием приема телепортации симптомы вежции усиливаются), наличие большого числа неуправляемых «динамических объектов», наличие виртуальных

рук. При планировании учебной задачи важно это учитывать и выстраивать систему заданий с учетом данных факторов.

### Выводы

Использование технологии виртуальной реальности в системе инженерного образования предполагает решение вопроса о разработке обобщенного механизма проектирования учебной задачи с учетом современных научных исследований, а также об определении условий, способствующих успешному профессиональному обучению в среде виртуальной реальности. В работе описана учебная задача с позиции ее реализации в среде виртуальной реальности, определена классификация учебных задач, описаны основные подходы к ее реализации, дана характеристика ключевых этапов ее реализации. В рамках исследования выделены ключевые аспекты, которые необходимо учитывать при проектировании учебной задачи.

### Заключение

Полученные результаты могут быть использованы методистами при планировании учебной деятельности обучающихся в среде виртуальной реальности, при разработке образовательных ресурсов на основе VR-интерфейсов.

*Публикация подготовлена в рамках реализации государственного задания (проект № 0657-2020-0009).*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шамшина И.Г. Основные положения концепции модернизации высшего инженерного образования в России // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 3. – С. 93–95. DOI: 10.23670/IRJ.2021.105.3.077
2. Иванов В.Г., Кайбияйнен А.А., Мифтахутдинова Л.Т. Инженерное образование в цифровом мире // Высшее образование в России. – 2017. – № 12. – С. 136–143.
3. Феофанов А.Н., Охмат А.В., Бердюгин А.В. VR/AR-технологии и их применение в машиностроении // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. – 2019. – № 4 (6). – С. 44–48. DOI: 10.30987/2658-3488-2019-2019-4-44-48.
4. Решетникова Е.С., Усатая Т.В., Курзаева Л.В. Разработка метода визуализации производственных объектов с применением технологий дополненной реальности // Программные системы и вычислительные методы. – 2021. – № 1. – С. 10–21. DOI: 10.7256/2454-0714.2021.1.32708
5. Yang Z., Xiang D., Cheng Y. VR panoramic technology in urban rail transit vehicle engineering simulation system // IEEE Access. – 2020. – V. 8. – P. 140673–140681. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3009326
6. Liang Z., Zhou K., Gao K. Development of virtual reality serious game for underground rock-related hazards safety training // IEEE Access. – 2019. – V. 7. – P. 118639–118649. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2934990
7. Симбирских Е.С., Рачеев Н.О. Дидактический потенциал робототехнических VR-конструкторов в программах подготовки агроинженеров для отечественного АПК // Агроинженерия. – 2021. – № 2 (102). – С. 75–79. DOI: 10.26897/2687-1149-2021-2-75-79
8. Игибаева М.С., Чекаева Р.У. Развитие и влияние виртуальной реальности на архитектурный рабочий процесс // Евразийский Союз Ученых. – 2020. – № 10-6 (79). – С. 4–7.

9. Применение технологии виртуальной реальности в тренажерных комплексах для инженерно-технического состава / М.В. Киргинцев, Н.А. Пеньков, С.Г. Свиридов, Д.Е. Дьяков // *Современные наукоемкие технологии*. – 2019. – № 7. – С. 181–184.
10. Использование цифрового двойника для обучения студентов металлургического профиля / В.Н. Баранов, А.И. Безруких, И.Л. Константинов, Э.А. Рудницкий, Н.С. Солопеко, Ю.В. Байковский // *Высшее образование в России*. – 2022. – Т. 31. – № 2. – С. 135–148. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2022-31-2-135-148>
11. Жабицкий М.Г., Ожерельев С.А., Тихомиров Г.В. Концепция комплексного цифрового двойника сложного инженерного объекта на примере исследовательского реактора НИЯУ МИФИ // *International Journal of Open Information Technologies*. – 2021. – V. 9. – № 8. – P. 43–51.
12. Перспективы обучения студентов с применением виртуальных образовательных лабораторий / А.К. Бородин, А.И. Гарифуллин, Р.Х. Хамматуллин, Р.Р. Тактамышева // *Модернизация инженерного образования: российские традиции и современные инновации: сборник материалов международной научно-практической конференции*. – Якутск: ИД СВФУ, 2017. – С. 247–248.
13. Островский Ю.Н., Васильев Н.А. Используя цифровые технологии. Виртуальный тренажер по развертыванию аппаратной связи // *Вестник военного образования*. – 2022. – № 4 (37). – С. 83–86.
14. Дорохов Д.С., Овчинников И.И. Взаимодействие технологий информационного моделирования с возможностями виртуальной и дополненной реальности // *Вестник евразийской науки*. – 2022. – Т. 14. – № 3. URL: <https://esj.today/PDF/52SAVN322.pdf> (дата обращения 18.04.2022).
15. Технология виртуальной реальности в обучении специалистов по направлению «Техносферная безопасность» / А. Соколов, Р.О. Остроухов, А.В. Смирнов, А.С. Ковалевская, Т.В. Кустов, И.В. Веженкова // *Инновационные, информационные и коммуникационные технологии. Сборник трудов XVII Международной научно-практической конференции* / под. ред. С.У. Увайсов. – М.: Ассоциация выпускников и сотрудников ВВИА имени профессора Н.Е. Жуковского содействия сохранению исторического и научного наследия ВВИА имени профессора Н.Е. Жуковского, 2020. – С. 141–148.
16. Хасанова Г.Ф. Виртуальная реальность в инженерном образовании химического профиля // *Казанский педагогический журнал*. – 2019. – № 1 (132). – С. 43–49.
17. Виртуальная реальность как объект и инструмент познания: прикладные аспекты / Т.Ю. Соколова, Г.И. Фазылыязнова, Е.Е. Ефграфова, Е.В. Астапович // *Экономические и социально-гуманитарные исследования*. – 2021. – № 2 (30). – С. 161–166. DOI: 10.24151/2409-1073-2021-2-161-166
18. Уваров А.Ю. Технологии виртуальной реальности в образовании // *Наука и школа*. – 2018. – № 4. – С. 108–117.
19. Эволюция виртуальных лабораторных практикумов по органической и неорганической химии / Е.Б. Филиппова, А.М. Васецкий, Н.Н. Дикая и др. // *Математические методы в технологиях и технике*. – 2021. – № 7. – С. 115–118. DOI: 10.52348/2712-8873\_ММТТ\_2021\_7\_115
20. Жигалова О.П. Учебные симуляторы в системе профессионального образования: педагогический аспект // *Азимут научных исследований: педагогика и психология*. – 2021. – Т. 10. – № 1 (34). – С. 109–112. DOI: 10.26140/anip-2021-1001-0026
21. Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров. – Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 2002. – 352 с.
22. Машбиц Е.И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения. – М.: Педагогика, 1988. – 192 с.
23. Талызина Н.Ф. Теоретические проблемы программированного обучения. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1969. – 132 с.
24. Zhai H. The application of VR technology in preschool education professional teaching // *2<sup>nd</sup> International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE)*. – 2021. – P. 319–323. DOI: 10.1109/ICAIE53562.2021.00072
25. Zhou Y. VR technology in English teaching from the perspective of knowledge visualization // *IEEE Access*. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3022093
26. Слесарь-ремонтник промышленного оборудования «Гидравлические насосы». 3D симулятор сборки и разборки оборудования. Презентация VR для обучения. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=YvE71HEfdHo> (дата обращения 18.04.2022).
27. Li Y. Cabin operation and management model based on VR technology // *13<sup>th</sup> International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA)*. – 2021. – P. 18–21. DOI: 10.1109/ICMTMA52658.2021.00013
28. Sanchez B., Ballinas-Gonzalez R., Rodriguez-Paz M. Development of a BIM-VR application for e-learning engineering education // *IEEE Global Engineering Education Conference*. – 2021. – P. 329–333. DOI: 10.1109/EDUCON46332.2021.9453874
29. Баранова В.А., Жигалова О.П. VR-приложение для образовательного процесса: основные требования к графическому интерфейсу // *Педагогическая информатика*. – 2020. – № 3. – С. 59–68.

Дата поступления: 05.07.2022 г.

Дата принятия: 20.11.2022 г.

UDC 378.147

DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_16

## EDUCATIONAL TASK AS A COMPONENT OF PROFESSIONAL ACTIVITY OF STUDENTS IN A VIRTUAL REALITY ENVIRONMENT

**Olga P. Zhigalova,**

Cand. Sc., associate professor,  
zhigalova.op@dvfu.ru

Far Eastern Federal University,  
10, Ayaks, Russkiy island, Vladivostok, 690922, Russia

The paper raises the issues of using virtual reality technology in the system of engineering education. The relevance of the research is caused by the requirements imposed on the modern system of engineering education associated with the active use of educational resources based on VR interfaces. As part of the work, the features of using virtual reality technology in the system of engineering education are highlighted, the main directions and key problems are highlighted. The author substantiates the need to consider the activities of students in a virtual reality environment from the perspective of performing an educational task. Taking into account the main approaches to the organization of educational activities, techniques and methods of programmed learning, the key characteristics of the educational task in the virtual reality environment are determined; the classification of educational tasks is presented; the main components of the educational task are identified and described; the factors that should be taken into account when designing and implementing an educational task in a virtual reality environment are highlighted.

**Key words:** digital technologies, virtual reality environment, VR-technologies, training in virtual reality environment, engineering education.

*The publication was prepared as part of the implementation of the state assignment (project No. 0657-2020-0009).*

### REFERENCES

1. Shamshina I.G. The main provisions of the concept of modernization of higher engineering education in Russia. *International research journal*, 2021, no. 3, pp. 93–95. In Rus. DOI: 10.23670/IRJ.2021.105.3.077
2. Ivanov V.G., Kaybiyaynen A.A., Miftakhudinova L.T. Engineering education in digital world. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2017, no. 12, pp. 136–143. In Rus.
3. Feofanov A.N., Okhmat A.V., Berdyugin A.V. VR/AR technologies and their application in mechanical engineering. *Automation and modeling in design and management*, 2019, no. 4 (6), pp. 44–48. In Rus. DOI: 10.30987/2658-3488-2019-2019-4-44-48
4. Reshetnikova E.S., Usataya T.V., Kurzaeva L.V. Development of the method of visualization for production facilities with application of augmented reality technologies. *Software systems and computational methods*, 2021, no. 1, pp. 10–21. In Rus. DOI: 10.7256/2454-0714.2021.1.32708
5. Yang Z., Xiang D., Cheng Y. VR panoramic technology in urban rail transit vehicle engineering simulation system. *IEEE Access*, 2020, vol. 8, pp. 140673–140681. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3009326
6. Liang Z., Zhou K., Gao K. Development of virtual reality serious game for underground rock-related hazards safety training. *IEEE Access*, 2019, vol. 7, pp. 118639–118649. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2934990
7. Simbirskikh E.S., Racheev N.O. Teaching capabilities of robotic VR-constructors in the training programs of agricultural engineers for the domestic farm industry. *Agricultural Engineering*, 2021, no. 2 (102), pp. 75–79. In Rus. DOI: 10.26897/2687-1149-2021-2-75-79
8. Igibaeva M.S., Chekaeva R.U. Razvitie i vliyaniye virtualnoy realnosti na arkhitekturny rabochiy protsess [Development and influence of virtual reality on the architectural workflow]. *Evraziyskiy Soyuz Uchenykh*, 2020, no. 10-6 (79), pp. 4–7.
9. Kirginsev M.V., Penkov N.A., Sviridov S.G., Dyakov D.E. The application of virtual reality technology in the training facilities for technical staff. *Modern high technologies*, 2019, no. 7, pp. 181–184. In Rus.
10. Baranov V.N., Bezrukikh A.I., Konstantinov I.L., Rudnitsky E.A., Solopeko N.S., Baykovskiy Yu.V. Digital twin application in teaching students majoring in metallurgical engineering. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2022, no. 2, pp. 135–148. In Rus. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2022-31-2-135-148>
11. Zhabitskii M.G., Ozherelyev S.A., Tikhomirov G.V. The complex digital twin concept for a complex engineering object such as the research reactor of the MEPhI University. *International Journal of Open Information Technologies*, 2021, vol. 9, no. 8, pp. 43–51. In Rus.

12. Borodin A.K., Garifullin A.I., Hammatullin R.H, Taktamysheva R.R. Perspektivy obucheniya studentov s primeneniem virtualnykh obrazovatelnykh laboratoriy [Prospects for teaching students using virtual educational laboratories]. *Modernizatsiya inzhenernogo obrazovaniya: rossiyskie traditsii i sovremennye innovatsii. Sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Modernization of engineering education: Russian traditions and modern innovations. Collection of materials of the international scientific and practical conference]. Yakutsk, NEFU Publ. House, 2017. pp. 247–248.
13. Ostrovsky Yu.N., Vasilev N.A. Ispolzuya tsifrovye tekhnologii. Virtualny trenazher po razvertyvaniyu apparatnoy svyazi [Using digital technologies. Virtual trainer for deploying communications control room]. *Vestnik voyennogo obrazovaniya*, 2022, no. 4 (37), pp. 83–86.
14. Dorokhov D.S., Ovchinnikov I.I. Interaction of building information modeling technologies with virtual and augmented reality capabilities. *The Eurasian Scientific Journal*, 2022, vol. 14, no. 3. In Rus. Available at: <https://esj.today/PDF/52SAVN322.pdf> (accessed 18 April 2022).
15. Sokolov A., Ostromukhov R.O., Smirnov A.V., Kovalevskaya A.S., Kustov T.V., Vezenkova I.V. Tekhnologiya virtualnoy realnosti v obuchenii spetsialistov po napravleniyu «Tekhnosfernaya bezopasnost» [Virtual reality technology in the training of specialists in the field of «Technosphere Safety»]. *Innovatsionnye, informatsionnye i kommunikatsionnye tekhnologii. Sbornik trudov XVII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Innovative, information and communication technologies. Proc. of the XVII International Scientific and Practical Conference]. Ed. by S.U. Uvaisov. Moscow, Association of graduates and employees of the VVIA named after Professor N.E. Zhukovsky to promote the preservation of the historical and scientific heritage of the VVIA named after Professor N.E. Zhukovsky, 2020. pp. 141–148.
16. Khasanova G.F. Virtual reality in training engineers for chemical industries. *Kazan pedagogical journal*, 2019, no. 1 (132), pp. 43–49. In Rus.
17. Sokolova T.Yu., Fazylzianova G.I., Efgrafova E.E., Astapovich E.V. Virtual reality as an object and a tool of cognition: applied aspects. *Ekonomicheskije i sotsial'no-gumanitarnye issledovaniya*, 2021, no. 2 (30), pp. 161–166. In Rus. DOI: 10.24151/2409-1073-2021-2-161-166
18. Uvarov A.Yu. Virtual reality technologies in education. *Science and School*, 2018, no. 4, pp. 108–117. In Rus.
19. Filippova E.B., Vaseckiy A.M., Dikaya N.N., Litvinenko A.A., Vasilenko E.A., Krokhina M.D. Evolution of virtual laboratory workshops on general and inorganic chemistry. *Matematicheskie metody v tekhnologiyah i tekhnike*, 2021, no. 7, pp. 115–118. DOI: 10.52348/2712-8873\_MMTT\_2021\_7\_115 In Rus.
20. Zhigalova O.P. Training simulators in the professional education system: pedagogical aspect. *Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology*, 2021, vol. 10, no. 1 (34), pp. 109–112. In Rus. DOI: 10.26140/anip-2021-1001-0026
21. Bepalko V.P. *Obrazovanie i obuchenie s uchastiem kompyuterov* [Education and training with the participation of computers]. Voronezh, MODEK Publ., 2002. 352 p.
22. Mashbits E.I. *Psikhologo-pedagogicheskie problemy kompyuterizatsii obucheniya* [Psychological and pedagogical problems of computerization of education]. Moscow, Pedagogika Publ., 1988. 192 p.
23. Talyzina N.F. *Teoreticheskie problemy programmirovannogo obucheniya* [Theoretical problems of programmed learning]. Moscow, Moscow University Publ., 1969. 132 p.
24. Zhai H. The application of VR technology in preschool education professional teaching. *2<sup>nd</sup> International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE)*, 2021, pp. 319–323. DOI: 10.1109/ICAIE53562.2021.00072
25. Zhou Y. VR technology in English teaching from the perspective of knowledge visualization. *IEEE Access*. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3022093
26. *Slesar-remontnik promyshlennogo oborudovaniya «Gidravlicheskie nasosy». 3D simulyator sborki i razborki oborudovaniya. Prezentatsiya VR dlya obucheniya* [Industrial equipment repairman «Hydraulic pumps». 3D simulator of assembly and disassembly of equipment. VR presentation for learning]. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=YvE71HEfdHo> (accessed 18 April 2022).
27. Li Y. Cabin operation and management model based on VR technology. *13<sup>th</sup> International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA)*, 2021, pp. 18–21. DOI: 10.1109/ICMTMA52658.2021.00013
28. Sanchez B., Ballinas-Gonzalez R., Rodriguez-Paz M. Development of a BIM-VR application for e-learning engineering education. *IEEE Global Engineering Education Conference*, 2021, pp. 329–333. DOI: 10.1109/EDUCON46332.2021.9453874
29. Baranova V.A., Zhigalova O.P. VR-app for educational process: basic requirements for graphic interface. *Pedagogical Informatics*, 2020, no. 3, pp. 59–68. In Rus.

Received: 05 July 2022.

Reviewed: 20 November 2022.



# Инженерное образование

Адрес редакции:  
Россия, 119454, г. Москва  
проспект Вернадского 78, строение 7  
Тел./факс: (499) 7395928  
E-mail: [aeer@list.ru](mailto:aeer@list.ru)  
Электронная версия журнала:  
[www.aeer.ru](http://www.aeer.ru)

© Ассоциация инженерного  
образования России, 2020

Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии  
с качеством предоставленного оригинал-макета

Формат 60x84/8. Бумага «Снегурочка».  
Печать XEROX. Усл. печ. л. 21,40. Уч.-изд. л. 19,36.  
Заказ 305-22. Тираж 100 экз.



**Издательство**

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЖУРНАЛ АССОЦИАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

# ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ