

ЖУРНАЛ АССОЦИАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

# ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ



ISSN-2588-0306

**31 '2022**



ЖУРНАЛ АССОЦИАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ



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

# ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

**31'2022**

## 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

**Егоровае (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

**31'2022**

## 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

<b>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОЧНОГО И ОНЛАЙН-ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЕДИНОЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ</b>	7	<b>COMPARATIVE ANALYSIS OF FULLTIME AND ONLINE LEARNING FOR ENGINEERING STUDENTS TO BUILD A SINGLE INTEGRATED EDUCATIONAL TRAJECTORY</b>
Вишнеков А.В., Ерохина Е.А., Иванова Е.М.		Vishnekov A.V., Erokhina E.A., Ivanova E.M.
<b>ВОВЛЕЧЕННОСТЬ СТУДЕНТОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС</b>	20	<b>ENGAGEMENT OF ENGINEERING STUDENTS IN THE EDUCATIONAL PROCESS</b>
Першина А.А., Червач М.Ю.		Pershina A.A., Chervach M.Yu.
<b>АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УНИВЕРСИТЕТА В УСЛОВИЯХ КОНКУРЕНЦИИ</b>	28	<b>ADAPTIVE OPPORTUNITY OF THE UNIVERSITY IN COMPETITIVE ENVIRONMENT</b>
Панькова Н.М., Климова Г.Н.		Pankova N.M., Klimova G.N.
<b>КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ К ПРОЦЕССУ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ</b>	37	<b>CRITERIA FOR ASSESSING THE LEVEL OF MOTIVATION OF STUDENTS TO ENGINEERING EDUCATION</b>
Степанов С.А.		Stepanov S.A.
<b>КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ УРОВНЯ ОСВОЕНИЯ СТУДЕНТАМИ ЗАПЛАНИРОВАННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ</b>	47	<b>COMPREHENSIVE APPROACH TO THE ASSESSMENT OF THE LEVEL OF STUDENTS' MASTERING OF THE PLANNED COMPETENCES</b>
Похолков Ю. П., Муравлев И.О., Жадан В.А., Корнева О.Ю., Червач М.Ю., Климова Г.Н., Леонова Л.А., Максимова Ю.А., Першина А.А., Савинова О.В., Степанов С.А.		Pokholkov Yu.P., Muravlev I.O., Zhadan V.A., Korneva O.Yu., Chervach M.Yu., Klimova G.N., Leonova L.A., Maksimova Yu.A., Pershina A.A., Savinova O.V., Stepanov S.A.
<b>ОНТОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ИНЖЕНЕРЕ ИННОВАЦИОННОГО ТИПА</b>	58	<b>ONTOLOGY OF FORMING THE IMAGE OF INNOVATIVE ENGINEER</b>
Кондратьев В.В., Казакова У.А.		Kondratyev V.V., Kazakova U.A.

- АКТУАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ 18.03.01 «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ» С УЧЕТОМ ЗАДАЧ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**  
Башкирцева Н.Ю., Котова Н.В., Овчинникова Ю.С.
- 67 UPDATING OF THE BACHELOR'S DEGREE PROGRAM IN THE DIRECTION 18.03.01 «CHEMICAL TECHNOLOGY», TAKING INTO ACCOUNT THE TASKS COMPETENCIES FOR THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE CHEMICAL INDUSTRY**  
Bashkirtseva N.Yu., Kotova N.V., Ovchinnikova Yu.S.
- ИЗУЧЕНИЕ ПОДХОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**  
Савинова О.В., Муравлев И.О.
- 78 STUDYING THE APPROACH USING QUANTITATIVE METHODS TO MEASURE THE LEVEL OF PREPAREDNESS OF STUDENTS FOR PROFESSIONAL ACTIVITIES**  
Savinova O.V., Muravlev I.O.
- ПОДГОТОВКА ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ ПО ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОМУ ПРОФИЛЮ**  
Гузенкова А.С., Назарчук А.В., Шанько П.Ю.
- 86 TRAINING FOREIGN STUDENTS IN ENGINEERING AND TECHNICAL PROFILE**  
Guzenkova A.S., Nazarchuk A.V., Shanko P.Yu.
- ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЮ КАЧЕСТВА ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
Похолков Ю.П.
- 93 APPROACHES TO THE ASSESSMENT AND QUALITY ASSURANCE OF ENGINEERING EDUCATION**  
Pokholkov Yu.P.

УДК 378

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_1

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОЧНОГО И ОНЛАЙН-ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЕДИНОЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ

**Вишнеков Андрей Владленович,**

профессор, доктор технических наук,  
профессор департамента компьютерной инженерии,  
avishnekov@hse.ru

**Ерохина Елена Альфредовна,**

старший преподаватель департамента компьютерной инженерии,  
eeroikhina@hse.ru

**Иванова Елена Михайловна,** доцент, кандидат технических наук,  
доцент департамента компьютерной инженерии,  
emivanova@hse.ru

Высшая школа экономики (НИУ),  
Россия, 109028, г. Москва, Покровский бульвар, 11.

Актуальность данной работы обусловлена постоянно меняющейся окружающей эпидемиологической и политической обстановкой, что заставляет динамично перестраивать образовательный процесс в высших учебных заведениях, а преподавателей заставляет модифицировать образовательную траекторию для повышения её эффективности. В этих условиях задача нахождения наиболее рационального баланса между очным и онлайн-форматами обучения становится все более актуальной. Целью исследования является разработка рекомендаций по реализации элементов интегрированной образовательной траектории учебной дисциплины, обеспечивающей совмещение инструментов и средств очного и онлайн-обучения в системе инженерного образования с учетом особенностей направления подготовки. Трудности, возникающие при принятии решения по сочетанию инструментов и средств очного и онлайн-обучения, обуславливают необходимость применения методов вербального анализа и принятия решений в условиях отсутствия значимой статистической информации. В работе используются качественные методы исследования, такие как: наблюдение, обобщение собственного практического опыта, комбинированные парные сравнения, сбор информации и ее интерпретация. Проведен анализ механизмов реализации элементов образовательной траектории в очном и онлайн-форматах, оценка их сильных и слабых сторон с точки зрения обучения по инженерным специальностям. Выделены эффективные средства и подходы к организации очного и онлайн-обучения для реализации различных элементов образовательной траектории с учетом особенностей подготовки бакалавров, магистров и специалистов. Рекомендованы подходы к обновлению образовательной траектории на основании моделей педагогического дизайна. Показано, что результаты исследований в области педагогического дизайна помогают найти правильный подход и применить выбранную модель на практике с учетом особенностей различных форматов обучения.

**Ключевые слова:** Онлайн-обучение, очное обучение, образовательная траектория, инженерное образование, методики преподавания.

### Введение

Настоящее время выдвигает новые вызовы перед высшим образованием: постоянные переходы между онлайн- и очным (офлайн) форматом обучения как для всего потока студентов, так и для отдельной группы или для отдельных студентов; невозможность для части студентов присутствовать очно на занятиях из-за отсутствия в стране/городе по различным причинам; невозможность онлайн-обучения для части студентов из-за отсутствия стабильного интернета или ограниченного трафика (всегда или в разное время суток). С начала пандемии COVID19 и перехода об-

учения в онлайн появилось множество статей, критикующих этот формат обучения. Однако с течением времени все (и преподаватели, и студенты) привыкли к особенностям онлайн-формата и увидели множество преимуществ этого вида образования. Многие мировые и российские университеты открыли полностью онлайн-программы обучения (рис. 1) [1].

Исследователи отмечают, что эффект от онлайн-преподавания дисциплин может быть двояким. С одной стороны, многие преподаватели и студенты в новых условиях почувствовали разобщенность из-за отсутствия или

## ПРОГРАММЫ ONLINE DEGREE РОССИЙСКИХ ВУЗОВ

12 УНИВЕРСИТЕТОВ

32 ПРОГРАММЫ



Рис. 1. Программы Online Degree российских вузов  
Fig. 1. Online Degree programs of Russian universities

перебоев в высокоскоростном доступе к Интернету [2], столкнулись с отсутствием социального взаимодействия, с новой (не всегда удобной) средой обучения и трудными технологическими вызовами, испытывали усталость от видеоконтента [3]. С другой стороны, дисциплины, грамотно переведенные в онлайн, понравились студентам и продемонстрировали увеличение показателей, что связано с более интересными решениями и эффективными методами преподавания, автоматической генерацией отчетов, экономией времени на дорогу в университет, возможностью совмещать учёбу с работой, но также, к сожалению, и со снижением контроля со стороны преподавателей.

Можно увидеть увеличение успеваемости в первый год преобладающего онлайн-обучения (2020/2021), что даже было воспринято как инфляция оценок, и стабилизацию результатов во второй 2021/2022 уч. г. (рис. 2 [1]). Студенты прочувствовали выгоды от онлайн-обучения и все чаще осознанно выбирают этот вид образования, а значит, преподавателям стоит это учитывать при выстраивании новой траектории обучения.

Истина, вероятно, находится в разумном сочетании средств и методов очного и онлайн-форматов обучения. Сейчас университеты и преподаватели имеют уникальную возможность выбирать тот или иной формат обучения для разных видов занятий. Анали-



Рис. 2. Динамика распределения оценок в НИУ ВШЭ в 2019/2020–2021/2022 уч. гг.  
Fig. 2. HSE grades distribution dynamics in 2019/2020–2021/2022

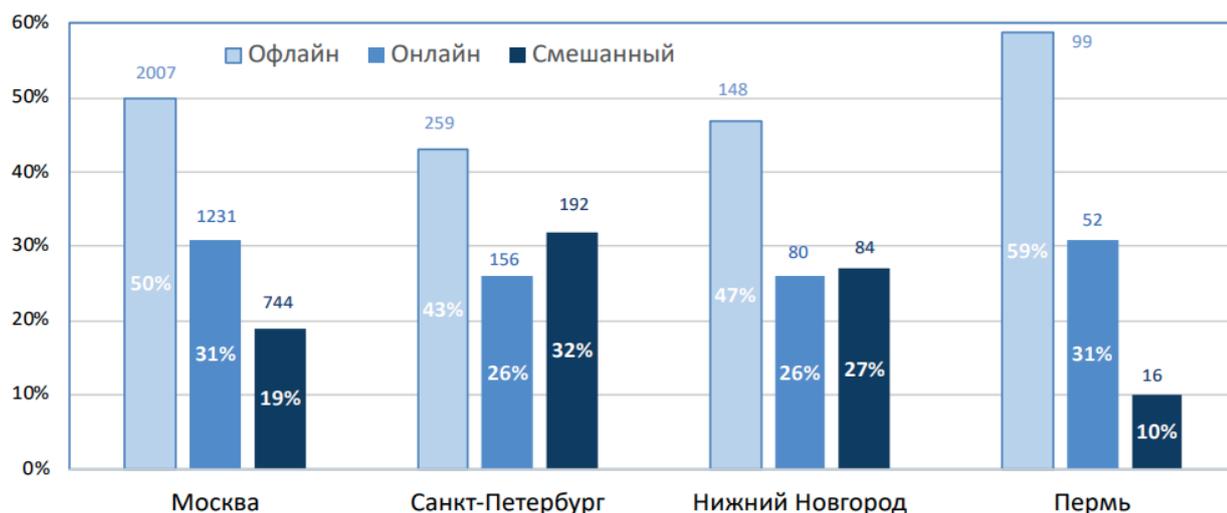


Рис. 3. Распределение ППС по формату проведения занятий в кампусах НИУ ВШЭ

Fig. 3. Teaching staff distribution according to the classes' format of at HSE campuses

зируя выбор преподавателей, можно увидеть, что многие используют возможности смешанного формата. Согласно данным внутреннего мониторинга на конец февраля 2022 г. в кампусах НИУ ВШЭ такой способ выбрали 10–32 % преподавателей (рис. 3 [1]).

В настоящее время происходит масштабный возврат к очному образовательному формату, поэтому требуется обобщить ценный опыт и внедрить подходы, показавшие свою эффективность в онлайн-формате. Особенно важно систематизировать такой опыт в инженерном образовании, где имеются свои особенности в реализации. Последний глобальный тренд перевода многих процессов, в том числе и образования, в онлайн-формат заставил многих преподавателей пересмотреть собственные практики преподавания и оценивания. Часть преподавателей переносили акцент на увеличение консультативных занятий [4], индивидуальное взаимодействие со студентами в чатах, LMS-системах<sup>1</sup>, что особенно сложно организовать для больших потоков (от 100 студентов и более). Каждый преподаватель выработал для себя новую стратегию преподавания. А обратная связь со студентами помогает оценить, насколько выбранная стратегия была хороша/правильна и если её требуется модифицировать, то как именно. Каждую программу дисциплины требуется согласовать не только с ус-

ловиями организации учебного процесса, но и со спецификой образовательной программы, которая для инженерных специальностей зачастую требует обязательного выполнения части работ на реальном оборудовании в лаборатории.

Из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что современному и успешному преподавателю необходимо интегрировать в единую образовательную траекторию удачные подходы и инструменты из очного и онлайн-обучения. В данной статье анализируются преимущества обоих подходов и даются рекомендации и примеры использования образовательных технологий в обучении в рамках направлений подготовки «Информатика и вычислительная техника» и «Информационные технологии и системы связи» [5]. Достижение целей инженерного образования будет рассмотрено через сравнение возможности приобретения инженерных компетенций в онлайн- и очном формате по каждому элементу образовательной траектории.

### Особенности реализации элементов образовательной траектории

Под образовательной траекторией в данном контексте будем понимать совокупность образовательных элементов, определяющих набор и последовательность применяемых способов, технологий и средств обучения [6], с указанием степени предпочтительности различных видов их реализации (рис. 4).

В условиях частого перехода от проведения занятий в формате онлайн в очный формат и обратно возникает необходимость учета

<sup>1</sup> LMS (Learning Management System) – программная платформа, используемая для администрирования учебных курсов в рамках дистанционного обучения и для организации информационного взаимодействия преподавателей, студентов и администрации университета.



Рис. 4. Элементы образовательной траектории

Fig. 4. Elements of the educational trajectory

особенностей реализации каждого элемента образовательной траектории<sup>2</sup>. В качестве основных критериев сравнительной оценки эффективности подходов очного и онлайн-форматов обучения предлагается рассмотреть следующее:

- трудоемкость подготовки траектории преподавателем,
- академическая успеваемость,
- сложность процесса обучения для студентов,
- удовлетворенность студентов результатами обучения,
- возможность использования отечественного программного обеспечения.

Одним из рассмотренных элементов образовательной траектории является *численность учебной группы*. В условиях очного обучения численность ограничена количеством посадочных мест в аудитории, а также необходимостью соблюдать социальную дистанцию. Онлайн обучение имеет здесь неоспоримые преимущества: подключиться к занятию/видеоконференции может гораздо большее число слушателей (с учетом ограничений конкретной платформы: для Zoom – 100/300 пользователей [7], для MsTeams – до 20000 [8], для Jitsi – 35/100 [9]). Стоит иметь в виду, что в условиях санкционного давления доступ к этим продуктам может быть ограничен или закрыт. Однако в настоящее время на отечественном рынке присутствуют несколько российских платформ для проведения онлайн-мероприятий [10], среди которых одна из наиболее известных – экосистема сервисов Webinar [11], поддерживающая до 100 участников (выступающих на встрече) и до 10000 слушателей. Как в очном, так и в онлайн формате существует возможность организовать большие и малые

группы студентов для решения различных образовательных задач: потоковые лекции, семинары в группах, лабораторные работы в бригадах, индивидуальные консультации. Стоит заметить, что быстрая реорганизация групп (с динамическим изменением графика встреч) возможна только в онлайн формате.

Другим образовательным элементом является *способ получения материалов* курса: печатных учебников и учебных пособий, справочной литературы, научных периодических изданий, материалов конференций и интернет-ресурсов. В очном формате гораздо проще получить доступ к печатным изданиям, тогда как в онлайн-формате быстро и легко использовать в процессе обучения более широкий спектр электронных материалов (копии учебных пособий, текстовые файлы, презентации, статистические таблицы, мультимедийные материалы, онлайн-курсы, а также любую инженерную документацию). Однако для обеспечения оперативного доступа к релевантным ресурсам в институте должна быть организована электронная библиотека.

Что касается *темпа подачи материала*, для очного формата характерен скорее стандартный темп с фиксацией основных положений. Тогда как для онлайн-формата этот темп может регулироваться самим студентом: от медленного, с многократным повторением пройденного путем нескольких просмотров видеоконтента (презентаций или записи лекций/семинаров), до ускоренного, с акцентом на новые для конкретного учащегося темы. Возможность повторного просмотра записанных занятий особенно важна для освоения сложных физико-математических методов инженерного анализа. Одним из достоинств проведения занятий в формате онлайн, как показывает опыт, является возможность включить большее количество материала в одно занятие, чем в очном формате.

<sup>2</sup> далее по тексту названия образовательных элементов выделены жирным шрифтом.

Материалы к занятиям можно заранее выложить на каком-либо ресурсе (LMS университета (например, в НИУ ВШЭ это SMART LMS [12] на платформе Moodle [13]) или в облачных хранилищах: Yandex Disk [14], Google Disk [15], Google Classroom [16], MsTeams [8] и др.) и поощрять предварительную работу студентов с ними, самостоятельный поиск дополнительных материалов, развитие ИТ-навыков в ходе участия студентов в процессе их улучшения (что особенно важно для освоения инженерных компетенций), например, оценивая наиболее удачные предложения дополнительными баллами.

Если рассматривать различные *способы восприятия материала* со стороны обучаемого, то здесь онлайн-формат скорее проигрывает очному, т. к. делает сложным или практически невозможным некоторые виды деятельности: практические занятия с использованием профессионального оборудования, тренировка моторных навыков, преобладание визуальной информации (текстовой, числовой, графической) при самостоятельном чтении учебных пособий подходит не всем студентам. В онлайн-формате преобладают мультимедийные ресурсы, аналоги лабораторных стендов, компьютерные симуляторы. Разработка подобных симуляторов требует больших трудозатрат и финансовых вложений, но за последние два года этот процесс стал активно развиваться [17, 18]. Если для проведения лабораторных работ требуется только среда разработки, их рекомендуется провести в онлайн-формате. Однако очное выполнение задания под контролем преподавателя следует перенести в разряд самостоятельной работы, как и оформление отчета. Для ускорения процесса сдачи работ студент должен заранее открыть все нужные файлы, а также запустить программу и выполнить тесты. На этом экономится довольно много времени. Студенты могут оперативно учесть замечания, которые преподаватель сделал другим студентам и исправить свою работу до того, как преподаватель начнет её проверять. При сдаче работы в аудитории такая возможность затруднена.

Для очного формата характерен такой способ подачи теоретического материала, как лекция, групповые очные консультации в форме «вопрос–ответ». В онлайн-формате аналоги этих видов занятий могут быть более интересными и разнообразными: видеокон-

ференции с обратной связью, совместная работа с электронными ресурсами (Google-документами, таблицами, презентациями [19], общими файлами в каналах MsTeams [8], отечественным аналогом могут служить форумы в корпоративной LMS или группы в Webinar [11]). Также возможно одновременное взаимодействие одного или нескольких преподавателей с одним или несколькими студентами через видеоконференции, электронную почту, мессенджеры, чаты, форумы, информационную образовательную среду учебного заведения. Эти технологии позволяют разнообразить процесс обучения и повышать мотивацию студентов. Если аудитория оснащена современным компьютерным оборудованием, то приёмы онлайн-обучения можно эффективно применять и в очном обучении, например, при освоении профессиональных программных пакетов для инженерного проектирования.

При проведении семинарских занятий как в очном, так и в онлайн-формате возможна организация диалога с одним или несколькими студентами. Во втором случае демонстрация экрана в формате видеоконференций позволяет всем студентам наблюдать за процессом решения задачи и оперативно усвоить правильные идеи и исправить допущенные ошибки. Особенно эффективны онлайн-занятия, включающие решение задач проектирования аппаратно-программного обеспечения на основе системного подхода. В частности, это даёт возможность писать код и отлаживать программу, привлекая всю группу к этому процессу. Условие задачи, уже разработанные фрагменты кода, замечания к алгоритму можно быстро передать всем студентам группы в текстовом виде, используя чат. При этом студент может сохранять и исправлять как свой код, так и код своих коллег. При правильном подходе у студента после занятия в распоряжении будет больше материалов, чем можно получить в аудитории. Онлайн-занятие несложно сопроводить презентацией, организовать видеозапись и выложить в общий доступ. Тогда как в очном формате требуется множество аппаратуры в каждом классе. Опросы студентов показывают, что они регулярно, в том числе повторно, просматривают эти материалы. Более того, иногда это происходит и после завершения изучения курса.

Целесообразно разрешить студентам сдавать *отчеты о выполненных работах* как на бу-

мажных носителях, так и в электронном виде, рекомендовав самостоятельно дублировать эти результаты. Для сохранности результатов оценивания в бумажном виде при смене формата обучения следует выполнить фото титульного листа отчета в момент его сдачи (с оценкой и подписью преподавателя). Электронные отчеты можно принимать по почте, собирать в каналах MsTeams или с помощью специальных модулей отечественной/корпоративной LMS системы, где есть возможность хранить как сами оценки, так и комментарии проверяющего. Электронные отчеты позволяют выявлять плагиат, отправлять на передачу или принимать административные меры, вплоть до отчисления.

При организации *текущего контроля* знаний (контрольные работы, блиц-опросы, зачеты) в очном формате легко организовать контроль за аудиторией, отслеживать моменты списывания работ у других студентов. Напротив, электронный вид работы открывает широкие возможности копирования, и решением проблемы может стать: предупреждение студентов о наказании за плагиат, увеличение числа различных вариантов задания (в идеале по количеству студентов, но можно придать одним и тем же вариантам разные номера в разных группах). Для очного формата обучения легко можно использовать такой онлайн-инструмент, как тесты, в любой LMS системе или отдельные приложения (например, российская StartExam [20], Google формы [19] или Socrative [21] с элементами геймификации). Достоинствами онлайн-тестов являются: возможность запуска как на очном, так и на онлайн-занятии; доступность для всех присутствующих и отсутствующих в аудитории; автоматизация составления заданий и проверки выполненных работ; удобство проведения одновременного контроля во всем потоке/группе; более справедливое оценивание и быстрая публикации результатов проверки; возможность редактирования исходных вопросов теста с автоматическим пересчетом балльных оценок каждому участнику. Формат теста требует больше времени от преподавателя на подготовку (особенно для больших потоков студентов), однако набор тестовых вопросов можно с небольшой редакцией использовать повторно. Выполнение и защита домашних заданий, курсовых и дипломных работ могут быть с равным успехом реализованы как в очном, так и в он-

лайн-формате. Применяемые моментальные опросы в видеочатах [11]/LMS-системах [13] или автоматические отчеты по результатам встречи [8] позволяют избежать переключки, дополнительно повышая контроль и вовлеченность студентов. Различные онлайн-курсы активно используют взаимное оценивание, что способствует развитию навыков проведения научно-технических экспертиз. Также в формате онлайн можно более эффективно организовать коллективное обсуждение с демонстрацией наиболее распространенных ошибок в тестах и контрольных работах.

*Экзамен* может проводиться как в очном, так и в онлайн-формате с использованием различных форм контроля: экзамен по билетам (теоретическая часть и решение задач на листе бумаги), тест, решение задач на компьютере, решение инженерных задач (с использованием реальных схем и оборудования). Очный формат предполагает малую трудоемкость в подготовке для преподавателя и может использоваться в случае ограниченности времени и ресурсов. Однако следует отметить и ряд минусов: высокая длительность мероприятия, нервозность для студентов, списывание и шпаргалки, малая эффективность для больших потоков студентов, большое количество времени, затрачиваемое на проверку письменных работ. Для онлайн-формата строгий присмотр со стороны экзаменатора с успехом заменит система видеofиксации, прокторинга [22] или дополнительной защиты Safe Exam Browser [23], которые внедрены во все современные образовательные платформы LMS систем, такие как Moodle [13] или Stepik [24] (рис. 5).

Стоит также обратить внимание на российские аналоги MyLMS [25], iSpring [26], а также на систему Экзамус [27]. Единственная сложность может возникнуть при проверке рукописных черновиков (для преподавателя), прикрепленных к ответу, или при использовании встроенного в систему редактора текста/формул (для студентов).

Форма решения задачи на компьютере одинаково удобна как для очного, так и для дистанционного формата. При этом в очном формате требуется заказ дисплейного класса либо наличие у студентов ноутбуков при сдаче экзамена. При онлайн-сдаче дисплейный класс не требуется, но препятствием к успешной сдаче экзамена, например, может служить недостаточная мощность персонального компьютера студента, плохая связь, а также

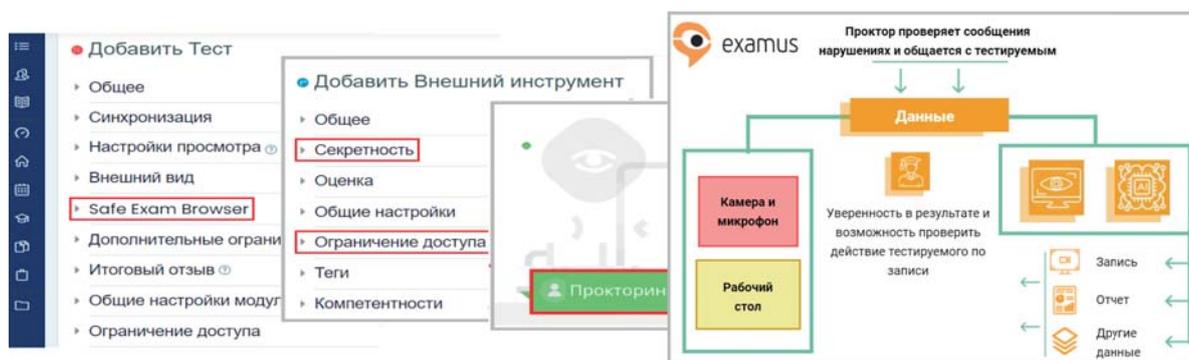


Рис. 5. Онлайн-инструменты для настройки прокторинга  
Fig. 5. Online proctoring and protection setting tools

отсутствие необходимого программного обеспечения. Демонстрация умения работать с оборудованием удобна в очном формате, но практически невозможна в формате онлайн. Исключением является случай наличия программных эмуляторов соответствующего оборудования [5, 17, 18].

*Итоговая аттестация* ГИА также с успехом может быть проведена как в очном, так и онлайн-формате. Во втором случае легче привлекать к защитах сторонних специалистов из профессиональных сообществ (которым бывает сложно физически отлучиться со своего постоянного рабочего места), требуется меньше ресурсов на видеофиксацию, упрощен пересмотр результатов при необходимости, например, при апелляции. Допустим и гибридный формат. Ещё до карантина были случаи онлайн-присутствия студентов (обучающихся временно в других университетах в рамках обмена студентами) на сдаче групповых проектных работ, что не вызывало особых нареканий у комиссии.

С точки зрения *очередности и числа одновременно изучаемых предметов* в онлайн-формате также можно увидеть упрощение в перестройке расписания занятий. Некоторые вузы применили разумный подход (гибридный формат): несколько дней в неделю – только очные занятия и несколько дней – только онлайн-обучение.

*Дополнительные виды учебных занятий* способствуют развитию навыков организации самостоятельной индивидуальной работы, работы небольших коллективов и самостоятельного повышения профессиональной квалификации. Онлайн-инструменты для динамического планирования графика дополнительных занятий, коллективных встреч для обсуждения профессиональных задач, отсле-

живания планируемых и выполненных задач, освоенные при онлайн-обучении, могут быть легко внедрены в очный формат.

До начала внедрения массового онлайн-обучения дополнительное взаимодействие (*обратная связь*) со студентами в очном формате предполагало либо групповые, либо индивидуальные консультации. Во время пандемии и вынужденного перехода в онлайн-формат участники учебного процесса обнаружили и освоили множество альтернативных технологий взаимодействия: консультирование в чатах, форумах, мессенджерах, в LMS-системах, комментарии в Google-документах, в результатах онлайн-тестирования или видеоконференциях, онлайн-опросы [28]. Этот опыт можно легко внедрить в очное обучение. Существенный недостаток онлайн-общения со студентами – это необходимость быстрого реагирования на их вопросы. Это требует установить временные рамки, потому что, если преподаватель работает в формате «доступен 24/7», может быстро наступить профессиональное выгорание. Результаты опросов студентов показывают, что с их точки зрения в онлайн-формате:

- повышается активность участия в дискуссиях;
- стало осознаннее отношение к учебе;
- стали активнее развиваться навыки самостоятельной работы и самообразования;
- появилось стремление восполнять пробелы в любую свободную минуту;
- индивидуальное общение через чаты/почту во время<sup>3</sup> или сразу после завершения занятия предпочтительнее групповых консультаций по расписанию.

<sup>3</sup> менее удобно преподавателю во время лекции, но легко организовать на семинарах и практических занятиях.

Также эффективно проведение анкетирования студентов в процессе изучения курса и по его завершении с целью совершенствования материалов курса и учета пожеланий студентов о содержании курса. Это позволит повысить мотивацию и удовлетворенность процессом обучения.

*Проектная деятельность* и проектное обучение получили широкое признание еще до массового образования в онлайн. Отсутствие возможности непосредственного общения руководителей и исполнителей проектов привело к активному использованию существующих и развитию новых цифровых сервисов: таск-трекеров (Trello [29], Мегатлан [30], Яндекс.Трекер [31] и др.), веб-сервисов для хостинга IT-проектов и их совместной разработки (GitHub [32] или российского аналога GitFlic [33]), платформ управления проектной работой студентов как внутриуниверситетского единого окна в онлайн-сервисы, личных кабинетов проектных команд, единого университетского форума, платформ видеоконференций, чатов и форумов и др. [34].

Эта область образовательной деятельности новая, и разные университеты предлагают свои экспериментальные решения [5]. В том числе предлагается организация проектного обучения на основе опросов работодателей и заявок от организаций [35], что вызвало интерес участников проектов, но выявила нехватку знаний и профессиональных навыков и необходимость их самостоятельного освоения с привлечением специалиста от предприятия. При наличии внешнего заказчика можно объявлять тендер среди студенческих команд и разрешать выполнение проекта на платформе компании, а не в университете. В контексте организации взаимодействия с представителями заказчика, методики онлайн-обучения показывают свою эффективность.

Один из путей модернизации проектной деятельности – предоставить больше инициативы студентам по выбору тематики проектов. Предлагается также ввести два потенциальных образовательных трека инженерной магистратуры: практико-ориентированной и научно-педагогической [36], выбираемые студентами самостоятельно. В этом случае встает вопрос достижения одной из важнейших задач проектного обучения, достижения ключевых образовательных результатов по блоку профессиональных спец дисциплин, закрепление теоретических знаний, полученных по

этим дисциплинам на практике. Отмечается целесообразность перехода от отдельных курсовых проектов по различным дисциплинам к комплексному междисциплинарному проекту по принципу «бригадного метода» с имитацией модели выполнения проекта на предприятии [37]. При этом несколько студенческих проектных групп могут работать над одной задачей, пытаясь получить собственное решение с последующим анализом результатов и выбором наилучшего варианта проектного решения [38].

Некоторые особенности инженерного образования делают весьма затруднительным или даже невозможным онлайн-выполнение аппаратно-программных проектов, требующих макетирования, отладки разрабатываемых изделий и проведение экспериментов на реальных объектах. Но даже в этом случае можно воспользоваться преимуществами онлайн-инструментов коллективной работы, цифрового сопровождения проектов, удаленного общения с командой исполнителей, руководителем, заказчиками, инвесторами, консультантами, внешними заказчиками. Особенно это актуально при выполнении цифровых проектов.

### **Особенности формата обучения для разных уровней высшего образования**

Если сравнивать студентов магистратуры и бакалавриата, то можно заметить, что магистры – люди более занятые, по сравнению с бакалаврами и специалистами, т. к. практически все работают. Значит, для них предпочтительно онлайн-образование. При этом часть наиболее сильных студентов либо не рассматривают обучение в магистратуре при отсутствии онлайн-формата, либо отчисляются при вынужденном переходе в очный формат. Поэтому множество магистерских образовательных программ рассматривают вопрос о полном переходе в онлайн-формат. Для бакалавриата (особенно на младших курсах) предпочтителен очный формат, который позволяет адаптироваться к академической среде, лично пообщаться с педагогами и учеными, привыкнуть к формату университетского обучения. Для бакалавров-старшекурсников предпочтителен гибридный формат, поскольку многие из них начинают работать. Гибридный формат (с частичным сохранением очных занятий) необходим, т. к. в инженерном образовании существуют дисциплины, требующие практи-

ческой работы с оборудованием в лабораториях, и в основном эти специальные дисциплины изучаются на старших курсах.

### Технологии модификации образовательной траектории

При модификации образовательной траектории необходимо выбрать варианты реализации образовательных элементов, продумать последовательность занятий, улучшить соответствие контрольных мероприятий и элементов контроля темам и разделам курса, варьировать практические задания для повышения заинтересованности студентов. В этих целях можно воспользоваться одной из существующих моделей педагогического дизайна: ADDIE [39], SAM [40], SMART [41], ALD [42] и др. Исследования и примеры в этой области [39–45] помогут правильно подойти к вопросу и применить выбранную модель на практике. Например, модель SAM последовательного приближения делит процесс разработки траектории на короткие повторяющиеся шаги-итерации, во время которых постепенно нарабатываются новые качества продукта. Модель SMART предполагает, что в основу модификации положено четкое целеполагание и переход к использованию адекватных измеримых оценочных критериев. В работе [43] обобщены способы повышения мотивации студентов в образовательном процессе вуза в условиях вынужденной дистанционной формы обучения в рамках модели ARCS Джона Келлера

[44], включая поощрения и рейтинговые награды, такие как значки в Moodle [45].

### Заключение

На основе проведенного анализа можно сделать следующие выводы. Наиболее эффективной методикой обучения представляется смешанный формат, при котором онлайн-технологии применяются параллельно с очными, возможно дублируя некоторые виды занятий (например, очные лекции с видеофиксацией и размещением в LMS-системах). Студенты и многие преподаватели все чаще предпочитают онлайн- или смешанный форматы обучения, что необходимо учитывать при выстраивании образовательных траекторий. Для этого целесообразно использовать цифровые сервисы: task-менеджеры, web-сервисы для хостинга IT-проектов и их совместной разработки, платформы управления проектной работой студентов, систему единого окна для всех IT-сервисов, личные кабинеты, электронные ведомости, инструмент цифровой подписи, электронные диспетчерские для быстрого изменения расписания занятий, комплекс IP-телестудий, модули автоматической проверки заданий, облачные видеорекордеры и архив для видеоконтента (лекции, семинары, защиты ВКР, пересдач экзаменов...), единый университетский форум и др. Для каждого элемента образовательной траектории существует наиболее рациональное сочетание очных и онлайн-инструментов и средств поддержки обучения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материалы отчетов Дирекции основных образовательных программ НИУ ВШЭ. URL: <https://www.hse.ru/deprog/otchetstatistika> (дата обращения 12.03.2022).
2. The disconnected: COVID-19 and disparities in access to quality broadband for higher education students / J. Cullinan, D. Flannery, J. Harold et al. // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. – 2021. – № 18 (26). DOI: 10.1186/s41239-021-00262-1
3. Chazen D. Factors affecting students academic performance in 2020–2021. URL: <https://verbit.ai/factors-affecting-students-academic-performance/> (дата обращения 12.03.2022)
4. Towards understanding online question & answer interactions and their effects on student performance in large-scale STEM classes / D. Smith IV, Q. Hao, V. Dennen et al. // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. – 2020. – № 17 (20). DOI: 10.1186/s41239-020-00200-7
5. Вишнеков А.В., Иванова Е.М., Ерохина Е.А. Опыт применения цифровых технологий при переходе базового университетского образования на онлайн-формат обучения // *Информационные технологии*. – 2021. – Т. 27. – № 9. – С. 494–504. DOI: 10.17587/it.27.494-504
6. Ivanova E.M., Vishnekov A.V. A computer design method of an effective educational trajectory in blended learning based on students' assessment // *Education and Information Technologies*. – 2020. – V. 25. – № 2. – P. 1439–1458. DOI: 10.1007/s10639-020-10109-3
7. Ограничение на количество участников в Zoom. URL: <https://zoomapp.ru/faq/participants-limits-in-zoom-meetings> (дата обращения 12.03.2022).
8. Документы для администраторов Microsoft Teams <https://docs.microsoft.com/ru-ru/MicrosoftTeams/> (дата обращения 12.03.2022).
9. Maximum number of participants on a meeting on meet.jit.si server. URL: <https://community.jitsi.org/t/maximum-number-of-participants-on-a-meeting-on-meet-jit-si-server/22273> (дата обращения 12.03.2022).

10. 6 отечественных платформ для проведения онлайн-трансляций и видеоконференций. URL: <https://habr.com/ru/post/519280/> (дата обращения 12.03.2022).
11. Webinar Group – российская экосистема сервисов для онлайн-мероприятий, обучения, встреч и вебинаров. URL: <https://webinar.ru/> (дата обращения 12.03.2022).
12. Вышка Digital I Smart LMS. URL: <https://edu.hse.ru> (дата обращения 12.03.2022).
13. Moodle. URL: <https://moodle.org/> (дата обращения 12.03.2022).
14. Яндекс.Диск. URL: <https://disk.yandex.ru/client/disk> (дата обращения 12.03.2022).
15. Google Диск. URL: <https://www.google.ru/drive/> (дата обращения 12.03.2022).
16. Google Classroom. URL: <https://edu.google.com/products/classroom/> (дата обращения 12.03.2022).
17. Применение виртуальных лабораторных стендов в образовательном процессе / А.И. Юрин, М.И. Красивская, А.В. Дмитриев, Г.Ю. Злодеев // Информационные технологии. – 2014. – № 6. – С. 70–72.
18. Интерактивный учебно-исследовательский комплекс для моделирования процессов в вычислительных системах / А.В. Вишнеков, Е.М. Иванова, К.Э. Басова, Е.О. Ветелина // Информационные технологии. – 2019. – Т. 25. – № 8. – С. 490–501. DOI: 10.17587/it.25.490-501
19. Google Документы/Таблицы/Презентации/Формы. URL: <https://www.google.ru/intl/ru/docs/about/> (дата обращения 12.03.2022).
20. Система тестирования сотрудников. URL: <https://www.startexam.ru/> (дата обращения 12.03.2022).
21. Meet Socrative. URL: <https://www.socrative.com/> (дата обращения 12.03.2022).
22. Прокторинг в онлайн-экзаменах: как это работает? URL: <https://habr.com/ru/company/stepic/blog/329420/> (дата обращения 12.03.2022).
23. Safe Exam Browser Overview. URL: [https://safeexambrowser.org/about\\_overview\\_en.html](https://safeexambrowser.org/about_overview_en.html) (дата обращения 12.03.2022).
24. Stepik. URL: <https://welcome.stepik.org/ru> (дата обращения 12.03.2022).
25. MyLMS. URL: [https://www.mylms.ru/view\\_doc.html?mode=welcome](https://www.mylms.ru/view_doc.html?mode=welcome) (дата обращения 12.03.2022).
26. Платформа для онлайн-обучения. URL: <https://www.ispring.ru> (дата обращения 12.03.2022).
27. Экзамус – анализ поведения пользователей. URL: <https://cyberproctor.ru/> (дата обращения 12.03.2022).
28. Investigating feedback implemented by instructors to support online competency-based learning (CBL): a multiple case study / H. Wang, A. Tlili, J.D. Lehman et al. // International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2021. – № 18 (5). DOI: 10.1186/s41239-021-00241-6
29. Trello. URL: <https://trello.com/> (дата обращения 12.03.2022).
30. Мегаплан. URL: <https://megaplan.ru/> (дата обращения 12.03.2022).
31. Yandex Tracker. URL: <https://cloud.yandex.ru/services/tracker> (дата обращения 12.03.2022).
32. GitHub. URL: <https://github.com/> (дата обращения 12.03.2022).
33. GitFlic – первый российский сервис для хранения кода и работы с ним. URL: <https://gitflic.ru/> (дата обращения 12.03.2022).
34. Servisy MIEM. URL: <https://wiki.miem.hse.ru/docs/miem-digital> (дата обращения 12.03.2022).
35. Меренков А.В., Мельникова О.Я. Практики организации подготовки инженерных кадров, востребованных индустрий 4.0. // Инженерное образование. – 2021. – № 29. – С. 23–33. DOI: 10.54835/18102883\_2021\_29\_2
36. Тучина О.Р., Бурлаченко Л.С. Магистратура в инженерном вузе: взгляд студентов. // Инженерное образование. – 2021. – № 29. – С. 64–71. DOI: 10.54835/18102883\_2021\_29\_6
37. Хохлова Я.А., Шульгин Д.Б. Опыт реализации обучения проектного типа на основе междисциплинарного технологического проекта // Интеллектуальная собственность и инновации: материалы X международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: УрФУ, 2018. – С. 260–268.
38. Кузлякина В.В. Интеграция учебных дисциплин и процедур в инженерном образовании на основе ЭСОО // Инженерное образование. – 2021. – № 29. – С. 45–52. DOI: 10.54835/18102883\_2021\_29\_4
39. Widyastuti E., Susiana. Using the ADDIE model to develop learning material for actuarial mathematics // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – V. 1188. – P. 012052. DOI: 10.1088/1742-6596/1188/1/012052.
40. Rapchak M., Ahlin E. Instructional Design in LIS education: preparing for new educational roles in an interconnected world. URL: <https://www.ideals.illinois.edu/handle/2142/108803> (дата обращения 05.02.2022).
41. Meng Q., Jia J., Zhang Z. A framework of smart pedagogy based on the facilitating of high order thinking skills // Interactive Technology and Smart Education. – 2020. – V. 17. – № 3. – P. 251–266.
42. Денисова К. Педагогический дизайн: понятие, принципы, модели. URL: <https://moluch.ru/information/pedagogicheskij-dizajn-ponyatie-principy-modeli/> (дата обращения 12.03.2022).
43. Исакова А.И., Левин С.М. Модели повышения мотивации студентов в образовательном процессе ВУЗА // Инженерное образование. – 2020. – № 28. – С. 20–30.
44. Li K., Keller J.M. Use of the ARCS model in education: a literature review // Computers & Education. – 2018. – V. 122. – P. 54–62.
45. Золотухин С. Геймификация в Moodle. Бейджификация (Значки) URL: <https://vc.ru/video/309249-geymifikaciya-v-moodle-3-x-beydzifikaciya-znachki> (дата обращения 12.03.2022).

Дата поступления 20.03.2022 г.

UDC 378

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_1

## COMPARATIVE ANALYSIS OF FULLTIME AND ONLINE LEARNING FOR ENGINEERING STUDENTS TO BUILD A SINGLE INTEGRATED EDUCATIONAL TRAJECTORY

**Andrey V. Vishnekov,**

Dr. Sc., professor,  
avishnekov@hse.ru

**Elena A. Erokhina,**

senior lecturer,  
eerokhina@hse.ru

**Elena M. Ivanova,**

Cand. Sc., associate professor,  
emivanova@hse.ru

Higher School of Economics (Research University),  
11, Pokrovsky boulevard, Moscow, 109028, Russia.

The relevance of this work is caused by the constantly changing epidemiological and political environment, which makes it necessary to dynamically rebuild the educational process in higher educational institutions, and forces teachers to modify the educational trajectory to increase its effectiveness. Under these conditions, the task of finding the most rational balance between full-time and online learning formats is becoming increasingly important. The aim of the study is to develop recommendations for the implementation of elements of an integrated educational trajectory of an academic discipline, which ensures the combination of tools and means of full-time and online education in the system of engineering education, taking into account the specifics of the direction of training. The difficulties that arise when deciding on a combination of tools and means of full-time and online learning necessitate the use of methods of verbal analysis and decision-making in the absence of significant statistical information. The work uses qualitative research methods, such as: observation, generalization of own practical experience, combined pairwise comparisons, collection of information and its interpretation. The authors have carried out the analysis of the mechanisms for implementing the elements of the educational trajectory in full-time and online formats and assessed their strengths and weaknesses in terms of training in engineering specialties. Effective means and approaches to the organization of full-time and online learning for the implementation of various elements of the educational trajectory are identified, taking into account the specifics of training bachelors, masters and specialists. The authors recommended the approaches to updating the educational trajectory based on pedagogical design models. It is shown that the results of research in the field of pedagogical design help to find the right approach and apply the chosen model in practice, taking into account the characteristics of various learning formats.

**Key words:** Online learning, full-time learning, educational trajectory, engineering education, teaching methods.

### REFERENCES

1. *Materialy otchetov Direktsii osnovnykh obrazovatelnykh programm NIU VSHE* [Materials of the reports of the Directorate of Basic Educational Programs of the National Research University Higher School of Economics]. Available at: <https://www.hse.ru/deprog/otchetstatistika> (accessed 12 march 2022).
2. Cullinan J., Flannery D., Harold J. The disconnected: COVID-19 and disparities in access to quality broadband for higher education students. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2021, no. 18 (26). DOI: 10.1186/s41239-021-00262-1
3. Chazen D. Factors affecting students academic performance in 2020–2021. Available at: <https://verbit.ai/factors-affecting-students-academic-performance/> (accessed 12 March 2022).
4. Smith D.H. IV, Qiang Hao, Dennen V., Tsikerdekis M., Barnes B., Martin L., Tresham N. Towards understanding online question & answer interactions and their effects on student performance in large-scale STEM classes. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2020, no. 17 (20). DOI: 10.1186/s41239-020-00200-7
5. Vishnekov A.V., Ivanova E.M., Erokhina E.A. Opyt primeneniya tsifrovyykh tekhnologiy pri perekhode bazovogo universitetskogo obrazovaniya na onlayn-format obucheniya [Experience in the use

- of digital technologies in the transition of basic university education to an online learning format]. *Informatsionnye tekhnologii*, 2021, vol. 27, no. 9, pp. 494–504. DOI: 10.17587/it.27.494-504
6. Ivanova E.M., Vishnekov A.V. A computer design method of an effective educational trajectory in blended learning based on students' assessment. *Education and Information Technologies*, 2020, vol. 25, no. 2, pp. 1439–1458. DOI: 10.1007/s10639-020-10109-3
  7. *Ogranichenie na kolichestvo uchastnikov v Zoom* [Limit on the number of participants in Zoom]. Available at: <https://zoomapp.ru/faq/participants-limits-in-zoom-meetings> (accessed 12 March 2022).
  8. *Dokumenty dlya administratorov Microsoft Teams* [Documents for Microsoft Teams administrators]. Available at: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/MicrosoftTeams/> (accessed 12 March 2022).
  9. *Maximum number of participants on a meeting on meet.jit.si server*. Available at: <https://community.jitsi.org/t/maximum-number-of-participants-on-a-meeting-on-meet-jit-si-server/22273> (accessed 12 March 2022).
  10. *6 otechestvennykh platform dlya provedeniya onlayn-translyatsiy i videokonferentsiy* [6 domestic platforms for online broadcasts and video conferencing]. Available at: <https://habr.com/ru/post/519280/> (accessed 12 March 2022).
  11. *Webinar Group – rossiyskaya ekosistema servisov dlya onlayn-meropriyatiy, obucheniya, vstrech i webinarov* [Webinar Group is a Russian ecosystem of services for online events, training, meetings and webinars]. Available at: <https://webinar.ru/> (accessed 12 March 2022).
  12. *Vyshka Digital I Smart LMS* [Tower Digital I Smart LMS]. Available at: <https://edu.hse.ru> (accessed 12 March 2022).
  13. *Moodle*. Available at: <https://moodle.org/> (accessed 12 March 2022).
  14. *Yandex.Disk*. Available at: <https://disk.yandex.ru/client/disk> (accessed 12 March 2022).
  15. *Google Disk*. Available at: <https://www.google.ru/drive/> (accessed 12 March 2022).
  16. *Google Classroom*. Available at: <https://edu.google.com/products/classroom/> (accessed 12 March 2022).
  17. Yurin A.I., Krasivskaya M.I., Dmitriev A.V., Zlodeev G.Yu. Primenenie virtualnykh laboratornykh stendov v obrazovatelnom protsesse [The use of virtual laboratory stands in the educational process]. *Informatsionnye tekhnologii*, 2014, no. 6, pp. 70–72.
  18. Vishnekov A.V., Ivanova E.M., Basova K.E., Vetelina E.O. Interaktivnyy uchebno-issledovatel'skiy kompleks dlya modelirovaniya protsessov v vychislitel'nykh sistemakh [Interactive educational and research complex for modeling processes in computing systems]. *Informatsionnye tekhnologii*, 2019, vol. 25, no. 8, pp. 490–501. DOI: 10.17587/it.25.490-501
  19. *Google Dokumenty/Tablitsy/Prezentatsii/Formy* [Google Docs/Sheets/Slides/Forms]. Available at: <https://www.google.ru/intl/ru/docs/about/> (accessed 12 March 2022).
  20. *Sistema testirovaniya sotrudnikov* [Employee testing system]. Available at: <https://www.startexam.ru/> (accessed 12 March 2022).
  21. *Meet Socrative*. Available at: <https://www.socrative.com/> (accessed 12 March 2022).
  22. *Proktoring v onlayn-ekzamenakh: kak eto rabotaet?* [Proctoring in online exams: how does it work?] Available at: <https://habr.com/ru/company/stepic/blog/329420/> (accessed 12 March 2022).
  23. *Safe Exam Browser Overview*. Available at: [https://safeexambrowser.org/about\\_overview\\_en.html](https://safeexambrowser.org/about_overview_en.html) (accessed 12 March 2022).
  24. *Stepik*. Available at: <https://welcome.stepik.org/ru> (accessed 12 March 2022).
  25. *MyLMS*. Available at: [https://www.mylms.ru/view\\_doc.html?mode=welcome](https://www.mylms.ru/view_doc.html?mode=welcome) (accessed 12 March 2022).
  26. *Platforma dlya onlayn-obucheniya* [Online learning platform]. Available at: <https://www.ispring.ru> (accessed 12 March 2022).
  27. *Ekzamus – analiz povedeniya polzovateley* [Examus – analysis of user behavior]. Available at: <https://cyberproctor.ru/> (accessed 12 March 2022).
  28. Wang H., Tlili A., Lehman J.D. Investigating feedback implemented by instructors to support online competency-based learning (CBL): a multiple case study. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2021, no. 18 (5). DOI: 10.1186/s41239-021-00241-6
  29. *Trello*. Available at: <https://trello.com/> (accessed 12 March 2022).
  30. *Megaplan*. Available at: <https://megaplan.ru/> (accessed 12 March 2022).
  31. *Yandex Tracker*. Available at: <https://cloud.yandex.ru/services/tracker> (accessed 12 March 2022).
  32. *GitHub*. Available at: <https://github.com/> (accessed 12 March 2022).
  33. *GitFlic – pervy rossiyskiy servis dlya khraneniya koda i raboty s nim* [GitFlic – the first Russian service for storing code and working with it]. Available at: <https://gitflic.ru/> (accessed 12 March 2022).
  34. *Servisy MIEM*. Available at: <https://wiki.miem.hse.ru/docs/miem-digital> (accessed 12 March 2022).
  35. Merenkov A.V., Melnikova O.Ya. Organizational practices for the training of engineering personnel in demand by industry 4.0. *Engineering education*, 2021, no. 29, pp. 23–33. DOI: 10.54835/18102883\_2021\_29\_2. In Rus.
  36. Tuchina O.R., Burlachenko L.S. Master's degree in engineering: students' point of view. *Engineering education*, 2021, no. 29, pp. 64–71. DOI: 10.54835/18102883\_2021\_29\_6. In Rus.

37. Khokhlova Ya.A., Shulgin D.B. Opyt realizatsii obucheniya proyektного типа na osnove mezhdistiplinarnogo tekhnologicheskogo proekta [Experience in the implementation of project-based learning based on an interdisciplinary technological project]. *Intellektualnaya sobstvennost i innovatsii: materialy X mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Intellectual property and innovations. Materials of the X international scientific and practical conference]. Ekaterinburg, UrFU Publ., 2018. pp. 260–268.
38. Kuzlyakina V.V. Integration of educational disciplines and procedures in engineering education based on ES00. *Engineering education*, 2021, no. 29, pp. 45–52. In Rus. DOI: 10.54835/18102883\_2021\_29\_4
39. Widyastuti E., Susiana. Using the ADDIE model to develop learning material for actuarial mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1188, pp. 012052. DOI: 10.1088/1742-6596/1188/1/012052.
40. Rapchak M., Ahlin E. *Instructional design in LIS education: preparing for new educational roles in an interconnected world*. Available at: <https://www.ideals.illinois.edu/handle/2142/108803> (accessed 05 February 2022).
41. Meng Q., Jia J., Zhang Z. A framework of smart pedagogy based on the facilitating of high order thinking skills. *Interactive Technology and Smart Education*, 2020, vol. 17, no. 3, pp. 251–266.
42. Denisova K. *Pedagogicheskiy dizayn: ponyatie, printsipy, modeli* [Denisova K. Pedagogical design: concept, principles, models]. Available at: <https://moluch.ru/information/pedagogicheskij-dizajn-ponyatie-principy-modeli/> (accessed 12 March 2022).
43. Isakova A.I., Levin S.M. Models of increasing students' motivation in the educational process of the university. *Engineering education*, 2020, no. 28, pp. 20–30. In Rus.
44. Li K., Keller J.M. Use of the ARCS model in education: a literature review. *Computers & Education*, 2018, vol. 122, pp. 54–62.
45. Zolotukhin S. *Geymifikatsiya v Moodle. Beydzhifikatsiya (Znachki)* [Gamification in Moodle. Badging (Badges)]. Available at: <https://vc.ru/video/309249-geymifikatsiya-v-moodle-3-x-beydzhifikatsiya-znachki> (accessed 12 March 2022).

Received: 20 March 2022.

УДК 316.3

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_2

## ВОВЛЕЧЕННОСТЬ СТУДЕНТОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

**Першина Анна Александровна,**

кандидат технических наук, доцент, Отделение электронной инженерии, Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности, haydarova@tpu.ru

**Червач Мария Юрьевна,**

ведущий эксперт, отдел исследования проблем обеспечения качества инженерного образования, Учебно-научный центр «Организация и технологии высшего профессионального образования», chervachm@tpu.ru

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

Представлены результаты исследования вовлеченности студентов машиностроительных специальностей, в частности профилей «Оборудование и технология сварочного производства» и «Автоматизация сварочных процессов и производств», в учебный процесс. Приведены данные проекта, созданного на базе статистических данных сервиса профнавигации «Профилум», о выборе абитуриентов будущей специализации и спросе промышленности на специалистов различных направлений. По опросу студентов выявлено, что вовлеченность, так же как и мотивация к обучению, возрастают на старших курсах, когда изучаются специальные дисциплины. Для повышения интереса студентов начальных курсов рассматриваются варианты введения профильных дисциплин и вовлечения в исследовательскую деятельность с первого курса.

**Ключевые слова:** вовлеченность студентов, образовательный процесс, мотивация, машиностроение, сварочное производство, автоматизация, цифровизация.

### Введение

Вовлеченность – это физическое, эмоциональное и интеллектуальное состояние, которое мотивирует человека заниматься определенной деятельностью.

С точки зрения психологии вовлеченность – это установление полного контакта с ощущениями здесь и сейчас. Включенность в настоящий момент. Заинтересованность и восприимчивость к тому, что происходит в настоящем [1–9].

Есть ли проблемы с вовлеченностью в обучении у студентов машиностроительных направлений? Ответ однозначный – есть.

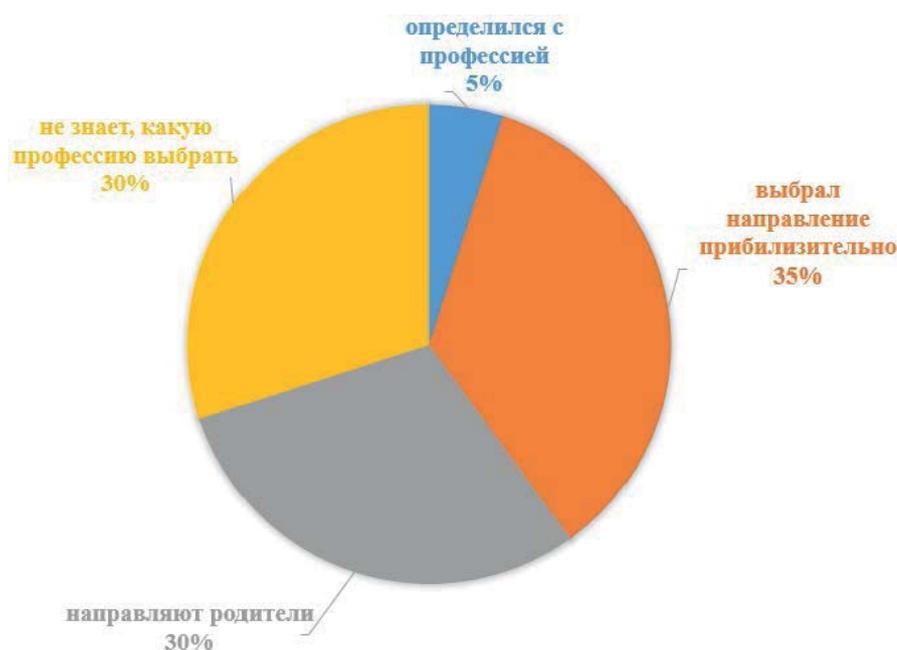
Для оценки вовлеченности студентов машиностроительных направлений были проведены опросы студентов Томского политехнического университета, обучающихся по профилям «Оборудование и технология сварочного производства» и «Автоматизация сварочных процессов и производств». В опросе участвовали 60 бакалавров (по 15 студентов с каждого курса), и 15 магистрантов.

### Результаты исследования

Изучением вопроса вовлеченности студентов в образовательный процесс занимаются многие исследователи, и начинать необходимо с анализа процесса выбора абитуриентами будущего направления обучения [10–17].

Абитуриент по большей части лицо, заканчивающее среднее учебное заведение и не достигшее 20-летнего возраста. Это недавние школьники, которые находятся на пороге вступления во взрослую жизнь. Большинство из них узнают о возможных направлениях деятельности через телевидение, социальные сети, от друзей и семьи. В итоге их выбор зависит от того, насколько богатый опыт они приобрели в школьный период – сколько путешествовали, общались с родителями, с друзьями родителей, сколько разных увлечений у них было и сколько стажировок смогли посетить. Это ведёт к неравенству в осведомлённости при выборе специальности.

Опрос нескольких групп школьников, посещавших дни открытых дверей Томского по-



**Рис. 1.** Оценка выбора школьниками будущей профессии  
**Fig. 1.** Evaluation of the choice of future profession by schoolchildren

литехнического университета, показал, что лишь 5 % однозначно определились с выбором будущей профессии, 35 % предполагают направление будущей деятельности, 30 % выбирают направление по наставлению родителей и 30 % не могут определиться с будущей профессией (рис. 1).

Согласно данным проекта, созданного на базе статистических данных сервиса профнавигации «Профилум», а также компании по интернет-рекрутменту HeadHunter, «подростки отдают предпочтение престижным занятиям. Тем, где не требуется тяжёлый физический труд. И для которых чаще всего необходим высокий уровень подготовки и высшее образование. Специальности, для которых обычно достаточно среднего профессионального образования или минимального обучения, в большинстве своём находятся в антирейтинге» [18].

По результатам анализа статистических данных сервиса профнавигации «Профилум» видно, что инженерно-технические специальности школьники выбирают редко ввиду низкого престижа таких профессий, а также ввиду низкой осведомленности о деятельности инженеров-технологов и уровне их заработной платы. При этом спрос на рынке труда промышленных и производственных предприятий высок (рис. 2).

На долю машиностроительной отрасли в России приходится до 30 % в общем объеме

промышленности. Но престиж профессий, связанных с этой отраслью, остается на низком уровне.

Направление подготовки «Машиностроение» Томского политехнического университета включает в себя следующие профили: «Оборудование и технология сварочного производства», «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», «Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов», «Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств». Как видно из списка, все специализации напрямую относятся к промышленности и производству и пользуются достаточно высоким спросом на рынке труда у работодателей (рис. 2), но низким спросом при выборе программы обучения у поступающих.

Таким образом, еще на этапе поступления в университет целенаправленность выбора будущей профессии очень низка, к тому же после сдачи вступительных экзаменов многие абитуриенты попадают на направления, которые не указывали в заявлениях, ввиду недостаточности баллов или непонимания сути и программы обучения.

Рассматривая направление обучения «Оборудование и технология сварочного производства», можно увидеть, что большинство студентов начальных курсов слабо представ-

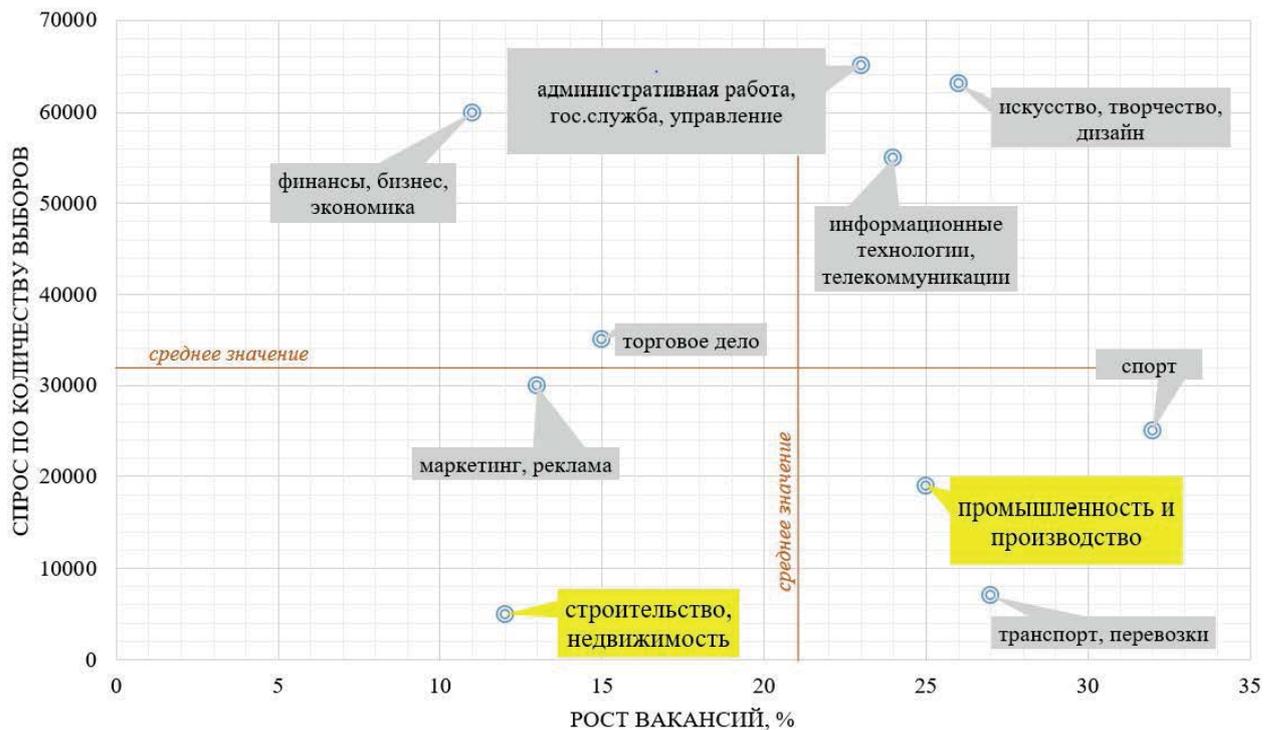


Рис. 2. Данные по результатам анализа статистических данных сервиса профнавигации «Профилум» [18]

Fig. 2. Data based on the results of the analysis of statistical data of the professional navigation service «Profilum» [18]

ляют будущую профессиональную деятельность ввиду того, что на первых курсах изучают общие дисциплины и мало сталкиваются с вопросами производства. К тому же бытует стереотипное мышление, что специалист сварочного производства выполняет функции рабочего сварщика, что также негативно сказывается на вовлеченности.

Анализ успеваемости студентов свидетельствует, что на начальных курсах преобладают низкие и удовлетворительные оценки, тогда

как на старших курсах успеваемость улучшается (рис. 3). Это может быть связано с возрастающим интересом студентов к специальным и профессиональным дисциплинам.

Данное предположение подтверждается опросом студентов, который показал, что большинство из них предпочитает общепрофессиональные и специальные дисциплины, тогда как естественные, гуманитарные и социально-экономические дисциплины вызывают средний и слабый интерес (рис. 4).

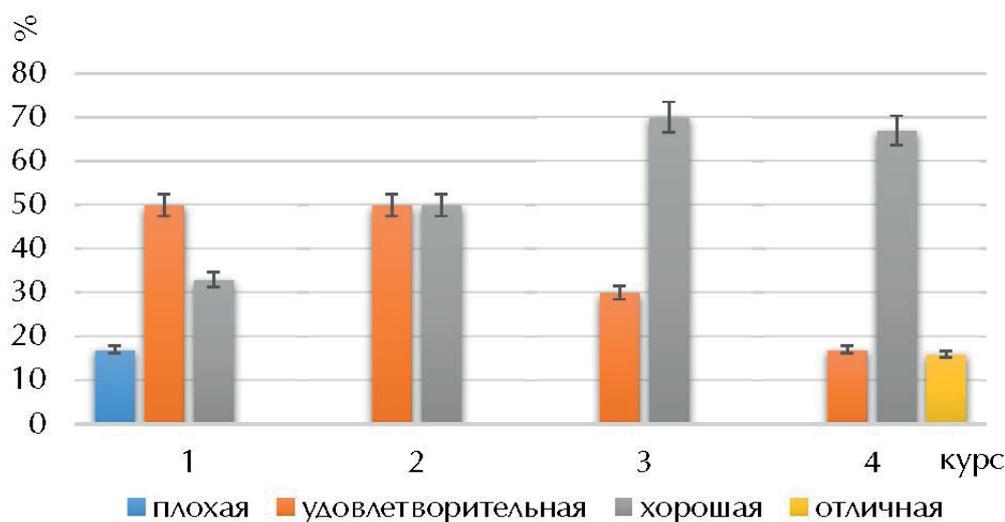


Рис. 3. Успеваемость студентов

Fig. 3. Student performance

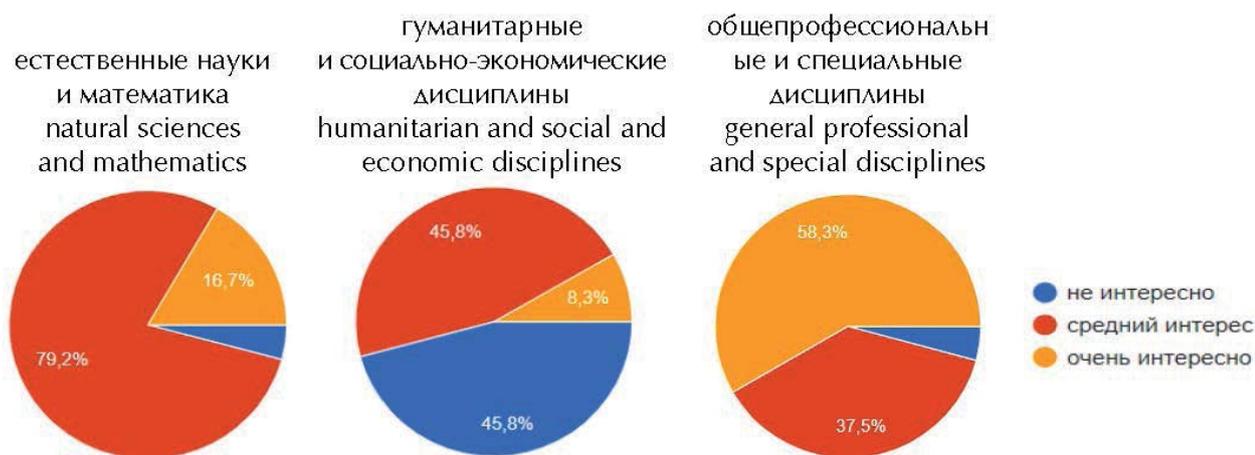


Рис. 4. Интерес студентов к изучению дисциплин  
Fig. 4. Interest of students in studying disciplines

Для повышения вовлеченности студентов в процесс обучения на начальных курсах учебные планы в Томском политехническом университете предусматривают дисциплины «Введение в инженерную деятельность» и «Творческий проект».

При изучении дисциплины «Введение в инженерную деятельность» студенты знакомятся с основами будущей профессиональной деятельности. Для повышения интереса к обучению им предлагается почувствовать себя в роли рабочего с помощью виртуального тренажера Lincoln Electric VRTEX. Он полностью имитирует окружающую обстановку сварщика и процесс сварки. Комбинация визуальной воспроизводимой наплавки металла, звука сварочной дуги создает у обучающегося впечатления реальной рабочей обстановки на реальном сварочном рабочем месте. К тому же тренажер снабжен уроками и заданиями, что позволяет познакомить студентов первого курса с теоретическими основами сварочного производства непосредственно в виртуальной реальности.

С учетом возрастающей роли автоматизации процессов и производств и изменившихся запросов работодателей традиционный профиль «Оборудование и технология сварочного производства» был переведен в специализацию «Автоматизация сварочных процессов и производств», учебная программа которой затрагивает не только основы технологических процессов по сварке, но и вопросы их автоматизации, роботизации и цифровизации.

Теперь с помощью виртуального тренажера студенты могут познакомиться не только с основами сварочного производства, но и с

вопросами программирования специального сварочного оборудования, которыми занимаются в рамках творческого проекта.

Вовлеченность студентов в образовательный процесс также связана с его оснащённостью современным лабораторным оборудованием и программным обеспечением.

Опрос студентов сварочного направления Томского политехнического университета показал, что большая часть из них считает оснащённость лабораторий и аудиторий хорошей, 30 % – удовлетворительной и 4,2 % – низкой (рис. 5).

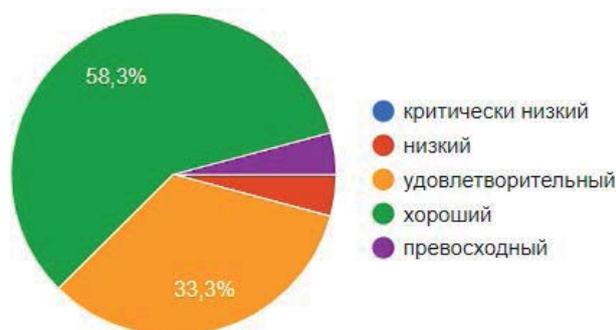


Рис. 5. Результаты опроса студентов об оснащённости лабораторий и аудиторий современным оборудованием

Fig. 5. Results of a survey of students on the provision of laboratories and classrooms with modern equipment

Мнение студентов об оснащённости образовательного процесса современным программным обеспечением немного выше (рис. 6).

Наличие современного оборудования и программного обеспечения предполагает высокий уровень подготовки профессорско-преподавательского состава. Именно

преподаватель играет важную роль в подаче материала и заинтересованности студентов в обучении.

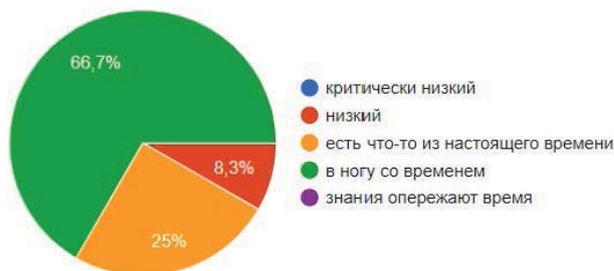


Рис. 6. Результаты опроса студентов об оснащённости образовательного процесса современным программным обеспечением

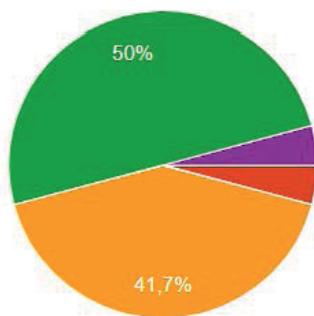
Fig. 6. Results of a survey of students on the equipment of the educational process with modern software

При опросе студентов об уровне знаний, передаваемых преподавателями, было выявлено, что большинство обучающихся считает наиболее современными и «продвинутыми» преподавателей общепрофессиональных и специальных дисциплин (рис. 7), что дополнительно объясняет вовлеченность и повышенный интерес к обучению у студентов на старших курсах.

Вероятно, благодаря этому процент посещаемости занятий студентами старших курсов выше, чем на младших курсах (рис. 8).

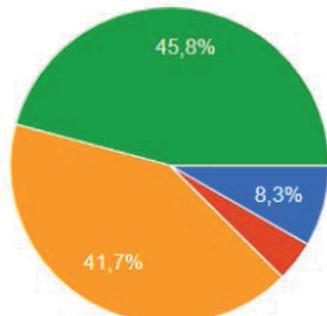
Однако, не смотря на все рассматриваемые варианты повышения вовлеченности студентов в образовательный процесс, лишь 37,5 % из них признают, что имеют хорошую мотивацию к обучению (рис. 9), 54,2 % считают свой уровень мотивации приемлемым и 8,3 % говорят о низкой мотивации к обучению.

естественные науки  
и математика  
natural sciences and  
mathematics



● прошлый век  
● вчерашний день  
● есть что-то из настоящего времени

гуманитарные  
и социально-экономические  
дисциплины  
humanitarian and social and  
economic disciplines



● в ногу со временем  
● знания опережают время

общепрофессиональные  
и специальные  
дисциплины  
general professional and  
special disciplines

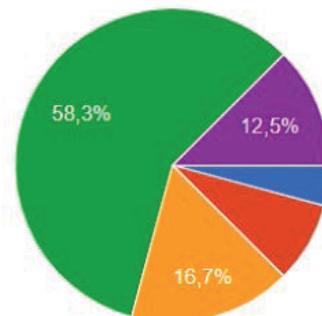


Рис. 7. Мнение студентов об уровне знаний преподавателей Томского политехнического университета

Fig. 7. Students' opinion about the level of knowledge of teachers of Tomsk Polytechnic University

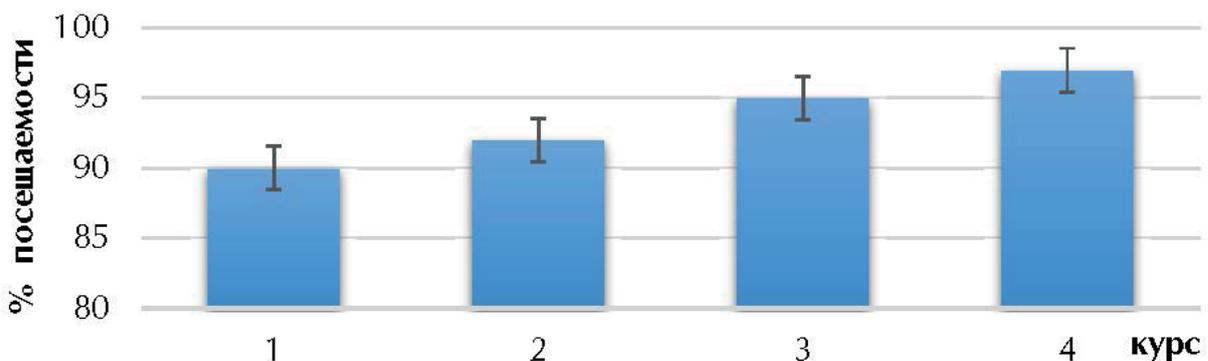


Рис. 8. Посещаемость занятий студентами разных курсов

Fig. 8. Attendance of classes by students of different courses

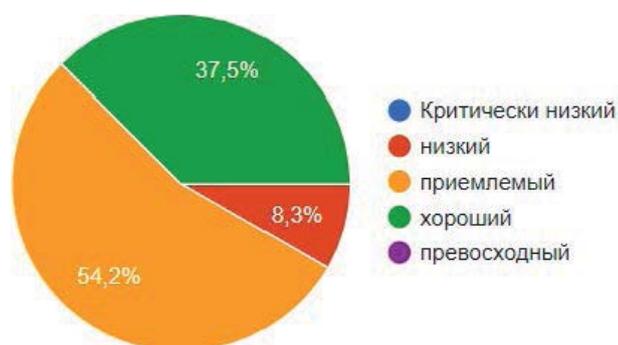


Рис. 9. Уровень мотивации студентов к обучению  
Fig. 9. Level of students' motivation for learning

### Заключение

По результатам проведенных исследований можно сделать выводы, что вовлеченность студентов в образовательный процесс зависит не только от современного оборудования и программного обеспечения, но и от уровня подготовки профессорско-преподавательского состава. При этом мотивация к обучению у студентов не всегда на желаемом уровне, что может быть связано с влиянием окружающей обстановки, социального круга общения и средств массовой информации.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зимняя И.А. Педагогическая психология – М.: Логос, 2000. – 384 с.
2. Малошонок Н. Студенческая вовлеченность: почему важно изучать процесс обучения, а не только его результат? // Мониторинг университета. – 2011. – № 6. – С. 11–21.
3. Малошонок Н.Г. Студенческая вовлеченность в учебный процесс: методология исследований и процедура измерения // Социологические исследования. – 2014. – № 3 (359). – С. 141–147.
4. Проблема вовлеченности студентов в учебную деятельность в Липецком филиале финуниверситета / В.А. Дегтярев, Т.В. Башлыков, И.В. Бурмыкина, Д.В. Катаев // Гуманитарные исследования Центральной России – 2021. – № 2. – С. 88–95.
5. Киуру К.В., Попова Е.Е. От учебной мотивации к студенческой вовлеченности: ответ на вызов новой парадигмы высшего образования // Проблемы современного педагогического образования. – 2018. – № 61. – С. 151–156.
6. Правдина М. Стили преподавания и вовлеченность студентов ГУ ВШЭ в процесс обучения: оценка позитивных эффектов // Мониторинг университета. – 2010. – № 3. – С. 2–11.
7. Савинова С.Ю. Вовлечённость студентов в образовательный процесс: оценка позитивных эффектов // Человек и образование. – 2015. – № 4. – С. 143–146.
8. Малошонок Н.Г. Вовлеченность студентов в учебный процесс в российских Вузах // Высшее образование в России. – 2014. – № 1. – С. 37–44.
9. Coates Н. The value of student engagement for higher education quality assurance // Quality in Higher Education – 2005. – V. 11. – № 11. DOI: <https://doi.org/10.1080/13538320500074915>
10. Дука Н.А., Стовба А.А. Об исследовании вовлеченности студентов педагогического университета в образовательный процесс // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. – 2016. – № 3. – С. 85–87.
11. Фруммин И.Д., Добрякова М. Что заставляет меняться российские вузы: договор о невовлеченности // Вопросы образования. – 2012. – № 2. – С. 159–191.
12. Дроботенко Ю.Б., Алтерготт Е.Г. Преподаватели и студенты как агенты образовательных изменений // Вектор науки Тольятинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология. – 2013. – Вып. 2 (13). – С. 106–109.
13. Кукин А.В., Санькова Т.А. Прогнозирование изменения контингента студентов как необходимый фактор планирования ресурсного обеспечения вуза // Университетское управление. – 2002. – № 4. – С. 65–69.
14. Буркова Е.А. Роль учебно-исследовательской деятельности в формировании профессиональных компетенций будущих специалистов. URL: [https://tgiek.ru/sites/default/files/metod/b\\_3.pdf](https://tgiek.ru/sites/default/files/metod/b_3.pdf) (дата обращения: 12.01.2022).
15. Борисова Е.В. Развитие профессионализма профессорско-преподавательского состава, как инструмент управления качеством в системе высшего образования // Современные технологии управления. 2016. – № 12 (72) URL: <https://sovman.ru/article/7205/> (дата обращения: 12.01.2022).
16. Кузнецова Е.В. Ценностные установки и вовлеченность студентов в учебный процесс при обучении математике // Гуманитарные исследования Центральной России. – 2021. – № 2. – С. 70–75.
17. Туркевич А.А. Вовлечение студентов вуза в научно-исследовательскую работу (опт профессора В.Е. Майера) // Вестник Удмуртского университета. Серия Философия. Психология. Педагогика. – 2016. – № 1. – С. 113–117.
18. Профилиум. URL: <https://profilum.ru/> (дата обращения: 12.01.2022).

Дата поступления: 20.02.2022 г.

UDC 316.3

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_2

## ENGAGEMENT OF ENGINEERING STUDENTS IN THE EDUCATIONAL PROCESS

**Anna A. Pershina,**

Cand. Sc., associate professor,  
haydarova@tpu.ru

**Maria Yu. Chervach,**

leading expert,  
chervachm@tpu.ru

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

The article presents the results of a study of the involvement of students of engineering specialties, in particular the profile «Equipment and technology of welding production» and «Automation of welding processes and production» in the educational process. The paper introduces the data of the project created on the basis of statistical data of the professional navigation service «Profilum» on the choice of applicants for future specialization and industry demand for specialists in various fields. According to the survey of students, it was revealed that involvement, as well as motivation for learning, increases in senior years, when special disciplines are studied. To increase the interest of elementary students, options are being considered for introducing specialized disciplines and engaging in research activities from the first year.

**Key words:** student involvement, educational process, motivation, mechanical engineering, welding production, automation, digitalization.

### REFERENCES

1. Zimnyaya I.A. *Pedagogicheskaya psikhologiya* [Pedagogical psychology]. Moscow, LogosPubl., 2000. 384 p.
2. Maloshonok N. Studencheskaya вовлеченность: почему важно изучать процесс обучения, а не только его результат? [Student involvement: why is it important to study the learning process, and not just its result?]. *Monitoring universiteta*, 2011, no. 6, pp. 11–21.
3. Maloshonok N.G. Students' involvement into process of learning: methodology of study and measurement proceedings. *Sociological Studies*, 2014, no. 3, pp. 141–147. In Rus.
4. Degtyarev V.A., Bashlykov T.V., Burmykina I.V., Kataev D.V. Problema вовлеченности студентов в учебную деятельность в Липецком филиале финуниверситета [The problem of student involvement in educational activities at the Lipetsk branch of the financial university]. *Gumanitarnye issledovaniya Tsentralnoy Rossii*, 2021, no. 2, pp. 88–95.
5. Kiuru K.V., Popova E.E. Ot uchebnoy motivatsii k studencheskoy вовлеченности: ответ на вызов новой парадигмы высшего образования [From learning motivation to student engagement: a response to the challenge of a new paradigm of higher education]. *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya*, 2018, no. 61, pp. 151–156.
6. Pravdina M. Stili преподаvaniya i вовлеченность студентов ГУ ВШЭ в процесс обучения: оценка позитивных эффектов [Teaching styles and involvement of HSE students in the learning process: assessment of positive effects]. *Monitoring universiteta*, 2010, no. 3, pp. 2–11.
7. Savinova C.Yu. Vovlechnost studentov v obrazovatelnyy protsess: otsenka pozitivnykh effektiv [Involvement of students in the educational process: assessment of positive effects]. *Chelovek i obrazovaniye*, 2015, no. 4, pp. 143–146.
8. Maloshonok N.G. Student engagement in learning in Russian universities. *Higher Education in Russia*, 2014, no. 1, pp. 37–44. In Rus.
9. Coates H. The value of student engagement for higher education quality assurance. *Quality in Higher Education*, 2005, vol. 11, no. 11. DOI: <https://doi.org/10.1080/13538320500074915>
10. Duka N.A., Stovba A.A. Ob issledovanii вовлеченности студентов педагогического университета в образовательный процесс [On the study of the involvement of students of the Pedagogical University in the educational process]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Gumanitarnye issledovaniya*, 2016, no. 3, pp. 85–87.
11. Frumin I.D., Dobryakova M. What makes Russian universities change: disengagement compact. *Educational Studies*, 2012, no. 2, pp. 159–191. In Rus.

12. Drobotenko Yu.B., Altergot E.G. Prepodavateli i studenty kak agenty obrazovatelnykh izmeneniy [Teachers and students as agents of educational change]. *Vektor nauki Tolyatinskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pedagogika, psikhologiya*, 2013, Iss. 2 (13), pp. 106–109.
13. Kukin A.V., Sankova T.A. Prognozirovanie izmeneniya kontingenta studentov kak neobkhodimy faktor planirovaniya resursnogo obespecheniya vuza [Forecasting changes in the contingent of students as a necessary factor in planning the resource support of the university]. *Universitetskoe upravlenie*, 2002, no. 4, pp. 65–69.
14. Burkova E.A. *Rol uchebno-issledovatel'skoy deyatel'nosti v formirovaniy professional'nykh kompetentsiy budushchikh spetsialistov* [The role of educational and research activities in the formation of professional competencies of future specialists]. Available at: [https://tgiek.ru/sites/default/files/metod/b\\_3.pdf](https://tgiek.ru/sites/default/files/metod/b_3.pdf) (accessed 12 January 2022).
15. Borisova E.V. Razvitiye professionalizma professorsko-prepodavatelskogo sostava, kak instrument upravleniya kachestvom v sisteme vysshego obrazovaniya [Development of professionalism of the teaching staff as a tool for quality management in the system of higher education]. *Sovremennye tekhnologii upravleniya*, 2016, no. 12 (72). Available at: <https://sovman.ru/article/7205/> (accessed: 12 January 2022).
16. Kuznetsova E.V. Tsenostnyye ustanovki i vovlechenost studentov v uchebny protsess pri obuchenii matematike [Value attitudes and involvement of students in the educational process in teaching mathematics]. *Gumanitarnye issledovaniya Tsentral'noy Rossii*, 2021, no. 2, pp. 70–75.
17. Turkevich A.L. Vovlechenie studentov vuza v nauchno-issledovatel'skuyu rabotu (opyt professora V.E. Mayera) [Involvement of university students in research work (option of Professor V.E. Mayer)]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Filosofiya. Psikhologiya. Pedagogika*, 2016, no. 1, pp. 113–117.
18. *Profilium*. Available at: <https://profilum.ru/> (accessed 12 January 2022).

Received: 20 February 2022.

УДК 378.662.014.015.3(571.16)  
DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_3

## АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УНИВЕРСИТЕТА В УСЛОВИЯХ КОНКУРЕНЦИИ

**Панькова Наталья Михайловна,**

кандидат философских наук, старший преподаватель,  
отделение социально-гуманитарных наук, Школа базовой инженерной подготовки,  
pankova\_natalia@tpu.ru

**Климова Галина Николаевна,**

кандидат технических наук, доцент, отделение электроэнергетики и электротехники,  
Инженерная школа энергетики,  
gariki@tpu.ru

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

В статье проведен анализ изменений в учебных планах технической специализации, произошедших за последние двадцать лет, а также рассмотрены либеральная и прагматическая тенденции в университетском образовании на примере дисциплин гуманитарного и общепрофессионального блока, введенных в Томском политехническом университете, – «Мотивация и карьерная навигация», «Управление эмоциональным интеллектом» и «Введение в инженерную деятельность». Авторы приходят к выводу, что сокращение гуманитарных дисциплин, специальных дисциплин и дисциплин специализации в учебных планах НИ ТПУ может негативно сказаться на конкурентных преимуществах его выпускников на рынке труда в современных условиях.

**Ключевые слова:** университетское образование, идея университета, коммерциализация, гуманизация, прагматизм, либерализм, мотивация, карьерная навигация, эмоциональный интеллект, инженерная деятельность.

Современный мир развивается очень динамично. В этих условиях система образования не может оставаться прежней. Она постоянно меняется, учитывая требования времени, приобретает новые черты, трансформируется. Меняются и требования общества. Появляется запрос на специалиста, способного к постоянному повышению своей квалификации, умеющего учиться. Именно поэтому образовательные технологии постоянно совершенствуются, вузы находятся в постоянном поиске новых образовательных программ и других видов деятельности, приносящих доход, ориентируясь на повышение своей конкурентоспособности на рынке образовательных услуг и привлекательности для студентов и работодателей.

«В условиях развития рынка конкурентоспособность вуза – это не просто экономический термин, это философия работы образовательного учреждения, за которой выстраивается всё разнообразие стратегических и тактических приемов функционирования и развития» [1. С. 53].

По мнению Р.А. Фатхутдинова, «конкурентоспособность вуза определяется его способностями удовлетворять потребности общества

в образовательных услугах в соответствии с государственными стандартами и делать это не хуже, чем у имеющихся на рынке конкурентов» [2. С. 37].

Как уже было сказано, реализуя образовательные услуги в условиях конкуренции, университет сегодня становится частью сложных процессов. Поэтому отстаивание своих интересов, стремление занять свое место на рынке образовательных услуг заставляет университеты постоянно меняться, создавая конкурентные преимущества.

Конкурентоспособность университета базируется на таких характеристиках, как качество образования, корпоративная культура, имидж университета в глазах социума, репутация вуза, востребованность его выпускников и многое другое, что в большей степени отражает прагматическую тенденцию. Но не следует забывать и о том, что выпускник университета – это самостоятельная личность, ориентированная на достижение собственных целей, на поиск смыслов и раскрытие своего личностного потенциала.

Требования общества к высшей школе тоже меняются, но в целом, как и прежде, преобладают две тенденции – либеральная и

прагматическая, которые предполагают получение и тиражирование фундаментальных знаний, с одной стороны, и стремление получить высокопрофессионально подготовленных работников, с другой. Таким образом, в рамках первой тенденции сформировались идеалы классического университетского образования, в рамках второй отражены особенности высшего профессионального образования [3].

Два направления, отмеченных ранее, ориентированы на достижение разных целей образовательного процесса. Либеральная стратегия является воплощением идеи духовного, нравственного совершенствования человека, реализуя процесс социализации человека.

Прагматическая стратегия реализует идею подготовки высококвалифицированных специалистов, при этом знания оцениваются с точки зрения полезности и применимости.

Современный университет обязан реализовывать обе эти стратегии, то есть, с одной стороны, мы заняты подготовкой профессионалов, с другой – формированием самостоятельной и самоценной личности наших выпускников, которые откроют в себе потенциал ученого, возможность и готовность к творческой деятельности. Именно это является целью гуманитарных дисциплин – повышение общей культуры будущего специалиста.

Для решения этих вопросов в Томском политехническом университете в учебные планы студентов I курса всех направлений были введены новые дисциплины – Мотивация и карьерная навигация, Управление эмоциональным интеллектом и Введение в инженерную деятельность.

Первая дисциплина, Мотивация и карьерная навигация, помогает первокурсникам определиться с жизненными планами на будущее, сформировать представление о возможных вариантах профессионального и личного роста. Как ни странно, пройдя такой сложный путь и оказавшись в рядах студентов университета, многие вчерашние школьники не имеют четкого представления о своей будущей профессии. Вопросы построения карьеры вызывают у первокурсников огромные затруднения. Именно поэтому, уже в осеннем семестре первого года обучения опытные преподаватели помогают им определиться с профессиональными ориентирами и сделать выбор между такими направлениями, как инженер-исследователь, инженер-практик,

инженер-предприниматель и инженер-транс-профессионал. Каждая профессиональная стратегия предполагает свой набор как специфических, так и универсальных компетенций.

На занятиях при помощи творческих методов студенты формулируют профессиональные качества представителей этих стратегий, определяют базовые цели и ценности, характерные для них, и стараются обосновать свой выбор в виде эссе.

Затем студентам предлагается определить необходимые личностные и профессиональные качества выбранного направления, используя технологию интеллект-карты. Эта работа помогает им наглядно представить, какие компетенции у них уже есть, а каких пока не хватает. Ориентируясь на эту работу, студент сможет определиться с дисциплинами по выбору. Будущее уже не кажется чем-то туманным, становится вполне очевидно, какие компетенции необходимо «прокачать» для выполнения задуманного, какие действия следует совершить для достижения поставленной цели.

В выполнении следующего задания «Дерево целей» студенты пробуют определиться с вопросами постановки личных и профессиональных целей на ближайшие 10 лет. Эта работа помогает выбрать и скорректировать образовательную траекторию, сделать продвижение к своей цели – стать успешным и востребованным на рынке труда специалистом – понятным и четким.

Итоговым проектом в рамках этого курса является «Индивидуальная карьерограмма», в которой вся осмысленная во время обучения информация представляется наглядно, в табличной форме. Студенту предлагается не только определить свои профессиональные и личные компетенции, но и обозначить жизненные цели, продумать мероприятия и сроки их достижения.

Работа с первокурсниками оказалась очень продуктивной. В процессе изучения дисциплины «Мотивация и карьерная навигация» были отражены амбициозность и самоуверенность, свойственные молодому поколению. Многие в качестве итоговой цели обозначили «работа в компании Мечты». Под этим подразумевалась в большинстве случаев некая конкретная компания (похожие черты были отмечены многими), а крупная международная организация с хорошей репутацией, которая поддерживает инициативу сотрудников,

позволяет придерживаться гибкого графика, ориентируется на достижение результата, с минимумом запретов и требований к персоналу, но при этом способная по достоинству оценить вклад своих сотрудников в общее дело (в виде высокой оплаты труда).

Если обобщить все результаты итоговых проектов по дисциплине «Мотивация и карьерная навигация», то можно сделать вывод, что сотрудничать с представителями молодого поколения будет непросто. Их запросы очень велики, им сложно соответствовать. Но при этом их можно направить в нужное русло и помочь задать ценностные ориентиры, поскольку в информационном потоке так легко потерять себя и свои цели.

На решение этих вопросов ориентирована вторая дисциплина – «Управление эмоциональным интеллектом». Целью освоения этой дисциплины является формирование эмоциональной компетентности студента через развитие способностей понимания собственных эмоций и эмоций других для эффективного взаимодействия с окружающими, а также формирование навыков контроля собственных эмоций, эмоциональной регуляции поведения для достижения личной эффективности [4].

Дисциплина «Введение в инженерную деятельность» знакомит студентов с задачами, которые в будущем предстоит решать инженерам-практикам. Преподаватели специализации рассказывают об основных направлениях и видах профессиональной деятельности, углубляются в особенности и тонкости выбранной профессии. По результатам этих встреч студенты в дальнейшем выбирают тематику творческих проектов, над которыми работают в течение первого, второго и третьего семестров. В зависимости от навыков, интересов и способностей творческие проекты могут выполняться в лабораториях университета либо представляют собой расчетно-аналитическую записку. Такая работа позволяет студентам еще до появления в их расписании общепрофессиональных и специальных дисциплин приблизиться к профессии.

В новом учебном году планируется появление дисциплины «Психология инженера», которая будет ориентирована на формирование личностных компетенций в духе либеральной тенденции образования.

В современном мире в условиях единого образовательного пространства мы сталкиваемся с представителями разных поколений.

В России учатся студенты из разных стран, принадлежащие разным культурам. На наш взгляд, важно учитывать события, которые оказали влияние на их личностное становление и на ценности, значимые в их культурной среде.

Некоторые исследователи, затрагивающие в своих работах теорию поколений, отмечают ряд характеристик, специфичных для поколения Z [5].

Большая часть межличностных коммуникаций у современных молодых людей носит виртуальный характер, их общение со сверстниками чаще всего протекает в социальных сетях. В связи с этим данное поколение получило еще и такое название, как «homelanders» – дети, сидящие дома за компьютером [6].

С другой стороны, поколение Z отличается высокой мобильностью, не привязанностью к своему постоянному месту жительства и социальному окружению.

Еще одна особенность – индивидуализм или эгоизм. Действительно, современные студенты часто с большим трудом работают в группах, предпочитая самостоятельную работу групповой. Им сложно договариваться с другими людьми, делегировать полномочия, принимать на себя обязательства, выполнять чужие распоряжения и переключать внимание с самого себя на других людей.

Часто студенты сталкиваются с проблемными ситуациями в учебном процессе, демонстрируя эгоистичность, нарциссизм, чувство превосходства над другими. Нарциссизм связан с индивидуализмом, а это, в свою очередь, создает проблемы и во взаимодействии с другими участниками образовательного процесса, и в завышенных требованиях по отношению к самому себе.

Эти особенности мировосприятия вошли в психологию под названием «темная триада». Она включает в себя такие проблемные характеристики для самого человека и людей, которые с ним контактируют, как нарциссизм, макиавеллизм и психопатию [7].

Многие современные исследователи отмечают большое количество случаев психологической нестабильности студентов, особенно младших курсов, в связи с невозможностью соответствовать высоким требованиям, предъявляемым к самим себе, уровнем ожиданий от себя и других в учебном процессе [8, 9].

Действительно, одна из «болезней» молодого поколения – буллинг в учебном процес-

се, троллинг и хейтинг в Интернет-среде. Как уже было сказано ранее, современные студенты родились уже в эпоху Интернета и зачастую их жизнь в Интернет-среде не менее активная и насыщенная событиями, чем реальная жизнь. Но Интернет – это инструмент, который может служить как благим целям (быстрый поиск информации, возможность установления коммуникации, эффективное сотрудничество, не ограниченное пространственными рамками), так и разрушительным (безнаказанная агрессия, некорректно высказанная критика, нарушение личных границ).

Как ни странно, но к дисциплинам гуманитарного цикла в техническом вузе возникают вопросы. Зачем нужны гуманитарные знания инженеру, который будет ориентирован на совершенно другой вид деятельности в своей профессиональной сфере? Нужны ли ему такие знания и компетенции? Такого рода сомнения отражают вторую тенденцию, представленную в образовательном процессе.

Прагматическая стратегия напрямую ориентирована на идею прогресса науки и вопросы, связанные с экономической выгодой, а также с реализацией результатов научного поиска на практике. Подобные взгляды имеют свой исторический контекст. Еще у Джона Локка мы встречаем замечания о том, что обучать молодое поколение следует только тому, что может им пригодиться в будущем, в профессиональной сфере, а не классической латыни или, к примеру, стихосложению. Он настаивал на введении в программы университетов только тех дисциплин, которые соответствовали бы принципу полезности, то есть давали бы конкретные познания в какой-либо из современных наук [10].

Подобные взгляды мы встречаем и у Джона Дьюи, который, опираясь на идеи утилитаризма, формулирует основы «теории прогрессивного образования», то есть образования для общества, которое стремится к социальному прогрессу. Недостатки классического образования, по мнению Дьюи, в большинстве случаев, являются результатом опоры на опыт прошлых лет. Новое поколение не создает ничего нового, а только лишь повторяет старые ошибки. Таким образом, смысл образования заключается не в повторении опыта прошлого, а в использовании этого опыта для конструирования собственного пути [11].

В литературе «тремя китами» классического либерализма называют свободу личности,

которая понимается как свобода от всякого принуждения, рыночные отношения, основанные на незыблемости частной собственности, и минимальное вмешательство государства. В конце XIX – начале XX вв. эти основания получили новый смысл. Мир не стоит на месте, и решение новых проблем потребовало новых подходов. Своего рода преемственность между классической теорией либерализма и ее обновленной версией стала возможной благодаря творчеству Дж. С. Милля, который представил новое понимание понятия «индивидуализм».

Классический либерализм опирался на то, что общество представляет собой «сумму индивидов», каждый из которых ориентируется только на свои личные цели. Милль же считал, что человек – это существо социальное, поэтому общество должно внимательно отнестись к развитию социальных институтов, которые ориентированы на формирование личности и общественный прогресс [12].

Следовательно, соперничество и конкуренция – это не единственно возможная форма человеческого общежития, люди способны к осознанию своих высших, «социальных» интересов, а значит, к сотрудничеству и взаимодействию, к принятию решений, основанных не на сиюминутной корысти, а на долгосрочном союзе интересов, связанном с благом других людей.

Благодаря Миллю, понятие «индивидуализм» получило новое этическое содержание, связанное с признанием высшей ценности уникального человеческого «Я», права человека на развитие всех его сил и способностей. Именно концепция индивидуальности как высшей ценности рассматривалась Миллем в качестве главного аргумента в пользу его принципа свободы [3].

Поскольку человеку очень важно понять, для какого вида деятельности он более всего приспособлен, эту возможность ему необходимо дать. Следовательно, задача образования состоит в том, чтобы обнаружить, какие способности у данного человека развиты лучше всего, обучить его этому делу в совершенстве, и тогда человек, получая удовлетворение от выполнения своего предназначения, будет удовлетворять и общественные потребности. Именно таким образом возможно достижение гармонии и согласия между личностными и профессиональным ориентирами в системе образования.

Отражением прагматической составляющей в учебном процессе могут служить изменения, произошедшие в учебных планах студентов-бакалавров технических специальностей за последние десятилетия. Существенное перераспределение нагрузки как между дисциплинами, так и между часами аудиторной и самостоятельной работы наглядно демонстрируют сокращение часов для блоков общих гуманитарных и социально-экономических дисциплин, специальных дисциплин и дисциплин специализации в пользу общих

математических, естественно-научных и общепрофессиональных дисциплин. Для вуза, который позиционирует себя как исследовательский университет, это, на наш взгляд, является существенным недостатком.

Так, на рис. 1 представлены диаграммы распределения общего объема работ между блоками дисциплин для учебных планов 2004 и 2021 гг. набора.

На рис. 2, 3 представлено перераспределение часов аудиторной и самостоятельной работы.



Рис. 1. Распределение общего объема работ по блокам дисциплин, часы, %: а) 2004 г.; б) 2021 г.  
Fig. 1. Distribution of the total amount of work by blocks of disciplines, hours, %: a) 2004; b) 2021

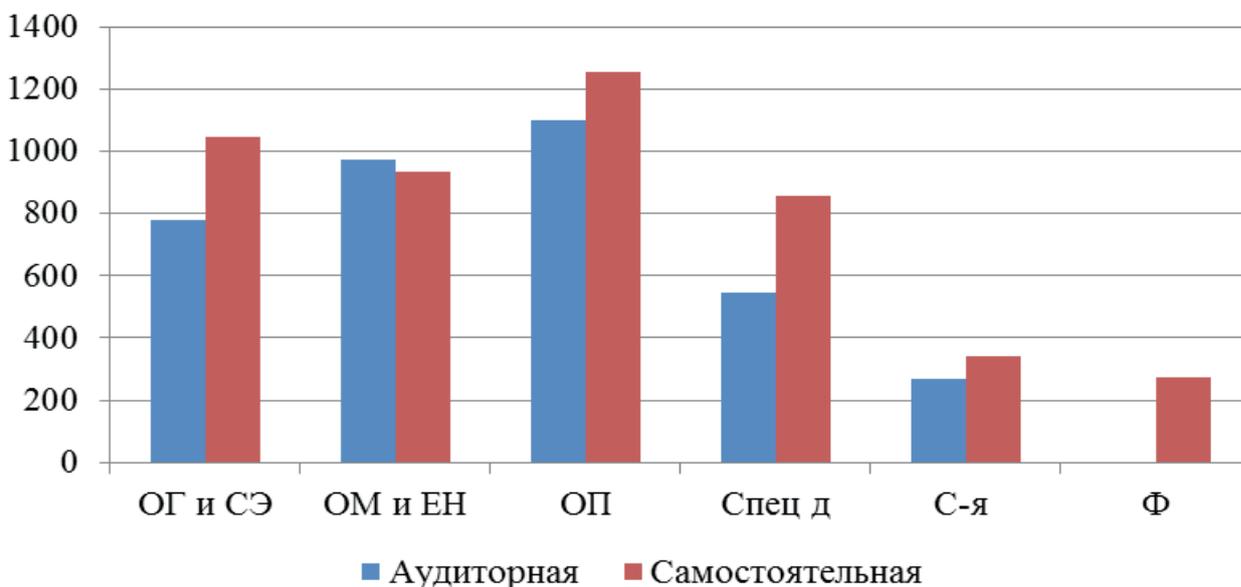
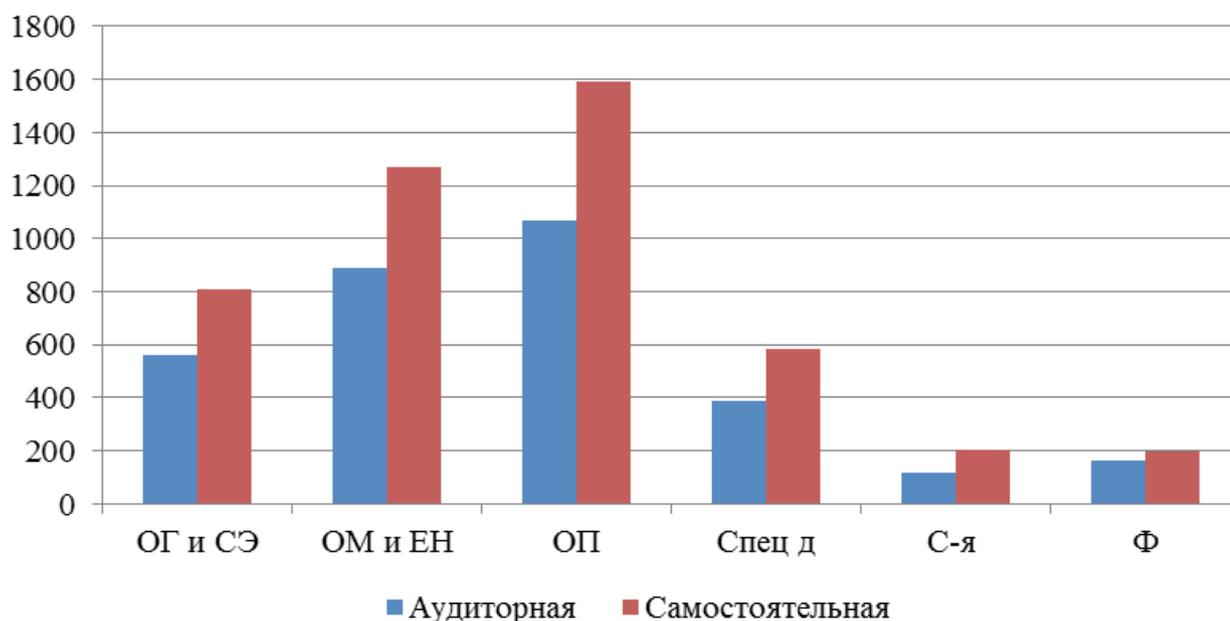


Рис. 2. Распределение часов аудиторной и самостоятельной работы для учебного плана набора 2004 г.\*  
Fig. 2. Distribution of classroom and independent work hours for the 2004 enrollment curriculum\*

\*ОГ – общие гуманитарные/general humanitarian; СЭ – социально-экономические/socio-economic; ОМ – общие математические и ЕН – естественно-научные дисциплины/general mathematical and natural science disciplines; ОП – общепрофессиональные дисциплины/general professional disciplines; Спец д – специальные дисциплины/special disciplines; С-я – дисциплины специализации/disciplines of specialization; Ф – факультативы/electives



**Рис. 3.** Распределение часов аудиторной и самостоятельной работы для учебного плана набора 2021 г. (расшифровка аббревиатур – рис. 2)

**Fig. 3.** Distribution of classroom and independent work hours for the 2021 recruitment curriculum (abbreviations are interpreted in Fig. 2)

Рост часов самостоятельной работы на фоне значительного сокращения часов в целом по блоку специальных дисциплин и блоку дисциплин специализации приводит к снижению интереса к профессии у студентов старших курсов. В связи с этим мы видим противоречие между потребностями современного мира, запросами работодателей и ответами, предлагаемыми вузом. В итоге возникает диссонанс между реальностью и поставленными целями.

Следует отметить, что в современных условиях качество подготовки специалистов существенно влияет на дальнейшую судьбу вузов. Вузы России в настоящее время вступили на путь конкурентной борьбы как на рынке образовательных услуг, так и на рынке труда [14]. В связи с этим становится очевидно, что

перекос учебных планов от прагматической тенденции в сторону общих математических и естественно-научных дисциплин не является верным и скорее мешает инженерному вузу получить конкурентное преимущество на рынке образовательных услуг, ориентированном на формирование специальных профессиональных и уникальных личностных качеств и коммуникативных компетенций у выпускников. Именно поэтому сокращение количества часов на специальные дисциплины, дисциплины специализации и гуманитарного цикла, а также недостаточное внимание к личности обучающегося является катастрофическим для университета, лишает его конкурентного преимущества и уменьшает его востребованность на рынке образовательных услуг [15].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баталова О.С. Конкурентоспособность вуза на рынке образовательных услуг // Молодой учёный. – 2010. – № 10 (21). – С. 53–59.
2. Фатхутдинов Р. Управление конкурентоспособностью вуза // Высшее образование в России. – 2006. – № 9. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-konkurentosposobnostyu-vuza> (дата обращения: 20.02.2022).
3. Панькова Н.М. Эволюция идеи университета в рамках либерального и утилитарного подходов // Исторические и философские исследования в Сибири: труды научной конференции, посвященной 50-летию кафедры философии и кафедры истории и регионоведения. – Томск: Дельтаплан, 2007. – С. 129–138.
4. Панькова Н.М. Поколение X vs Поколение Z: конфликт или сотрудничество? // Поколение Z: социальный характер, идентичность и ориентации современных подростков: сборник статей Всероссийского общества психологов. – М.: Психологический институт КРО, 2021. – С. 10–15.

- сийской научной конференции с международным участием / отв. ред. Р.Б. Шайхисламов. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2019. – С. 159–165.
5. Шамис Е. В каких условиях растет поколение Миллениум и Z и что станет их ценностями // RuGenerations – российская школа Теории поколений. URL: <https://rugenerations.su/2009/05/21/%D0%B2-%D0%BA%D0%B0%D0%BA%D0%B8%D1%85-%D1%83%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%8F%D1%85-%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%82-%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BC%D0%B8%D0%BB/> (дата обращения: 20.02.2022).
  6. Рахматуллина З.Б., Глебова С.Е. Ценностные ориентации поколения «Z» // Поколение Z: социальный характер, идентичность и ориентации современных подростков: сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием / отв. ред. Р.Б. Шайхисламов. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2019. – С. 172–177.
  7. Егорова М., Ситиникова М. Темная триада // Психологические исследования. – 2014. – № 7 (38). URL: <https://doi.org/10.54359/ps.v7i38.580> (дата обращения: 20.02.2022).
  8. Грошева И.А., Грошев И.Л. Подростки в виртуальном мире: риски социального одиночества // Поколение Z: социальный характер, идентичность и ориентации современных подростков: сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием / отв. ред. Р.Б. Шайхисламов. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2019. – С. 62–69.
  9. Максимова Н.Г., Карпова А.Ю. Индикаторы измерений деструктивного информационно-психологического воздействия на студентов в социальных сетях // Поколение Z: социальный характер, идентичность и ориентации современных подростков: сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием / отв. ред. Р.Б. Шайхисламов. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2019. – С. 123–128.
  10. Панькова Н.М., Погукаева Н.В., Гиниятова Е.В. Генезис либерализма и прагматизма в современном образовании // Вестник науки Сибири. – 2015. – № 4 (19). – С. 130–137. URL: <https://jwt.su/journal/article/view/790/797> (дата обращения: 20.02.2022).
  11. Куркин Е.Б. Джон Дьюи о социальном опыте и содержании образования. Современное прочтение работы основателя философии образования // Народное образование – 2013. – № 2 (1425). – С. 226–233.
  12. Одар К. Индивидуальность и солидарность: Дж. Ст. Милль и «Новый» солидарный либерализм // Философский журнал. – 2010. – № 2 (5). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/individualnost-i-solidarnost-dzh-st-mill-i-novyy-solidarnyy-liberalizm> (дата обращения: 20.02.2022).
  13. Брылина И.В. Университетское образование в контексте коммерциализации: футурологический дискурс // Гуманитарные исследования в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. – 2018. – № 3 (45). – С. 147–155.
  14. Бок Д. Университет в условиях рынка. Коммерциализация высшего образования. – М.: ИД Высшей школы экономики, 2012. – 224 с.
  15. Брылина И.В. Организационная структура университета в условиях рыночной конкуренции: потенциал адаптации и риски // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. – 2017. – № 39. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionnaya-struktura-universiteta-v-usloviyah-rynochnoy-konkurentsii-potentsial-adaptatsii-i-riski> (дата обращения: 20.02.2022).

Дата поступления: 14.03.2022 г.

UDC 378.662.014.015.3(571.16)  
DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_3

## ADAPTIVE OPPORTUNITY OF THE UNIVERSITY IN COMPETITIVE ENVIRONMENT

**Natalya M. Pankova,**

Cand. Sc., senior lecturer,  
pankova\_natalia@tpu.ru

**Galina N. Klimova,**

Cand. Sc., associate professor,  
gariki@tpu.ru

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

The article analyzes the changes in the curricula of technical majors occurred over the past twenty years. It considers liberal and pragmatic trends in university education evidence from the humanities lectured in Tomsk Polytechnic University – Motivation and Career Navigation, Emotional Intelligence Management and Introduction to Engineering. The authors have come to the conclusion that the reduction of humanitarian subjects in the curricula of TPU may adversely impact its graduates' competitive advantages in the labor market under modern conditions.

**Key words:** university education, university idea, commercialization, humanization, pragmatism, liberalism, motivation, career navigation, emotional intelligence, engineering.

### REFERENCES

1. Batalova O.S. Konkurentosposobnost vuza na rynke obrazovatelnykh uslug [Competitiveness of the university in the market of educational services]. *Molodoy uchonyy*, 2010, no. 10 (21), pp. 53–59.
2. Fatkhutdinov R. Upravlenie konkurentosposobnostyu vuza [Management of university competitiveness]. *Vyshee obrazovanie v Rossii*, 2006, no. 9. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-konkurentosposobnostyu-vuza> (accessed 20 February 2022).
3. Pankova N.M. Evolyutsiya idei universiteta v ramkakh liberalnogo i utilitarnogo podkhodov [Evolution of the university idea within the framework of liberal and utilitarian approaches]. *Istoricheskie i filosofskie issledovaniya v Sibiri. Trudy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 50-letiyu kafedry filosofii i kafedry istorii i regionovedeniya* [Historical and philosophical research in Siberia. Proc. of a scientific conference dedicated to the 50th anniversary of the Department of Philosophy and the Department of History and Regional Studies]. Tomsk, Deltaplan Publ., 2007. pp. 129–138.
4. Pankova N.M. Pokoleniye X vs Pokoleniye Z: konflikt ili sotrudnichestvo? [Generation X vs Generation Z: conflict or cooperation?]. *Pokoleniye Z: sotsialny kharakter, identichnost i orientatsii sovremennykh podrostkov. Sbornik statey Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem* [Generation Z: social character, identity and orientation of modern adolescents. Collection of articles of the All-Russian scientific conference with international participation]. Ed. by R.B. Shaykhislamov. Ufa, RITS BashGU Publ., 2019. pp. 159–165.
5. Shamis E. V kakikh usloviyakh rastet pokoleniye Millenium i Z i chto stanet s ikh tsennostyami [Under what conditions does the Millennium and Z generation grow and what will become with their values]. *RuGenerations – rossiyskaya shkola Teorii pokoleniy*. URL: <https://rugenations.su/2009/05/21/%D0%B2-%D0%BA%D0%B0%D0%BA%D0%B8%D1%85-%D1%83%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%8F%D1%85-%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%82-%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BC%D0%B8%D0%BB/> (дата обращения: 20.02.2022).
6. Rakhmatullina Z.B., Glebova S.E. Tsennostnye orientatsii pokoleniya «Z» [Value Orientations of Generation Z]. *Pokolenie Z: sotsialny kharakter, identichnost i orientatsii sovremennykh podrostkov. Sbornik statey Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem* [Generation Z: Social Character, Identity and Orientations of Modern Adolescents. Collection of Articles of the All-Russian Scientific Conference with International Participation]. Ed. by R.B. Shaykhislamov. Ufa, RITS BashGU Publ., 2019. pp. 172–177.
7. Egorova M., Sitnikova M. Temnaya triada [Dark triad]. *Psikhologicheskie issledovaniya*, 2014, no. 7 (38). Available at: <https://doi.org/10.54359/ps.v7i38.580> (accessed: 20 February 2022).
8. Grosheva I.A., Groshev I.L. Podrostki v virtualnom mire: riski sotsialnogo odinochestva [Teenagers in the virtual world: risks of social loneliness]. *Pokolenie Z: sotsialny kharakter, identichnost i orientatsii sovremennykh podrostkov. Sbornik statey Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym*

- uchastiyem* [Generation Z: Social Character, Identity and Orientations of Modern Adolescents. Collection of Articles of the All-Russian Scientific Conference with International Participation]. Ed. by R.B. Shaykhislamov. Ufa, RITS BashGU Publ., 2019. pp. 62–69.
9. Maksimova N.G., Karpova A.Yu. Indikatory izmereny destruktivnogo informatsionno-psikhologicheskogo vozdeystviya na studentov v sotsialnykh setyakh [Detectors of measuring destructive information-psychological effect on students in social networks]. *Pokolenie Z: sotsialny kharakter, identichnost i orientatsii sovremennykh podrostkov. Sbornik statey Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem* [Generation Z: Social Character, Identity and Orientations of Modern Adolescents. Collection of Articles of the All-Russian Scientific Conference with International Participation]. Ed. by R.B. Shaykhislamov. Ufa, RITS BashGU Publ., 2019. pp. 123–128.
  10. Pankova N.M., Pogukayeva N.V., Giniyatova E.V. Genesis of liberalism and pragmatism in modern education. *Siberian Journal of Science*, 2015, no. 4 (19), pp. 130–137. In Rus. Available at: <https://jwtsu.ru/journal/article/view/790/797> (accessed: 20 February 2022). In Rus.
  11. Kurkin E.B. Dzhon Dyui o sotsialnom opyte i sodержanii obrazovaniya. Sovremennoe prochtenie raboty osnovatelya filosofii obrazovaniya [John Dewey on social experience and the content of education. Modern reading of the work of the founder of the philosophy of education]. *Narodnoe obrazovanie*, 2013, no. 2 (1425), pp. 226–233.
  12. Odar K. Individualnost i solidarnost: Dzh.St. Mill i «Novy» solidarny liberalizm [Individuality and Solidarity: J.St. Mill and the «New» Solidary Liberalism]. *Filosofskiy zhurnal*, 2010, no. 2 (5). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/individualnost-i-solidarnost-dzh-st-mill-i-novyy-solidarnyy-liberalizm> (accessed: 20 February 2022).
  13. Brylina I.V. Universitetskoe obrazovanie v kontekste kommertsializatsii: futurologicheskiy diskurs [University education in the context of commercialization: futurological discourse]. *Gumanitarnye issledovaniya v Vostochnoy Sibiri i na Dalnem Vostoke*, 2018, no. 3 (45), pp. 147–155.
  14. Bok D. *Universitet v usloviyakh rynka. Kommertsializatsiya vysshego obrazovaniya* [University in market conditions. Commercialization of higher education]. Moscow, HSE Publ., 2012. 224 p.
  15. Brylina I.V. Organizatsionnaya struktura universiteta v usloviyakh rynochnoy konkurentsii: potentsial adaptatsii i riski [Organizational structure of the university in the conditions of market competition: adaptation potential and risks]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofiya. Sotsiologiya. Politologiya*, 2017, no. 39. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionnaya-struktura-universiteta-v-usloviyah-rynochnoy-konkurentsii-potentsial-adaptatsii-i-riski> (accessed: 20 February 2022).

Received: 14 March 2022.

УДК 378.14

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_4

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ К ПРОЦЕССУ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Степанов Сергей Александрович,**

кандидат физико-математических наук, доцент, отделение материаловедения,  
Инженерная школа новых производственных технологий,  
stepanovsa@tpu.ru

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

В работе приводятся результаты исследования критериев оценки уровня мотивации студентов к освоению инженерной образовательной программы методом экспертного семинара. Респондентами исследования явились преподаватели с различным стажем работы (от 10 до 40 лет) Томского политехнического университета (ТПУ). В результате проведенного исследования была разработана система оценивания мотивации студентов ТПУ. Обозначены препятствия на пути повышения мотивации студентов. Выработаны пути решения существующих проблем. Полученные результаты исследования в дальнейшем могут быть использованы для оценки профессиональной мотивации студентов и повышения ее уровня.

**Ключевые слова:** Мотивация, оценка, экспертный семинар, качество инженерной подготовки.

### Введение

В настоящее время перед образованием стоит задача подготовки специалистов, способных эффективно работать, решая сложные задачи как в процессе обучения, так и в будущей профессиональной деятельности. Кардинальные изменения, происходящие в социально-экономической жизни России последних лет, потребовали пересмотра приоритетов в системе образования и определили одну из важнейших её целей – подготовку будущего поколения к самостоятельной профессионально-творческой деятельности.

Существующая система высшего образования России опирается на компетентностный подход. Формируются перечни компетенций и индикаторы достижения ожидаемых результатов обучения. Вместе с тем большое значение для формирования будущих специалистов имеют ключевые факторы, такие как мотивация, вовлечённость, практическая ориентированность учебного процесса на научную и профессиональную деятельность. Определение и постулирование компетенций является важным, но не достаточным аспектом для гарантии успешной подготовки к профессиональной деятельности [1, 2].

Одним из важных факторов является мотивация студентов. В работах А.А. Реана [3] показана определяющая роль мотивации студентов к процессу обучения. В результате изучения процесса обучения в вузе было уста-

новлено, что фактор мотивации для успешной учебы оказался сильнее, чем фактор интеллекта. Утверждается, что высокий уровень способностей не может компенсировать отсутствие учебного мотива или низкую его выраженность. Таким образом, своевременная количественная оценка и принятые меры для развития познавательной мотивации студентов могут выступать факторами повышения/управления качеством инженерного образования.

Существует множество вариантов трактовки понятия «мотивация», мы остановимся на следующих:

Мотивация [4] – это причина действий, желаний и потребностей людей. Мотивом является то, что побуждает человека действовать определенным образом или, по крайней мере, развивать склонность к конкретному поведению.

Мотивация – внутреннее побуждение (интерес), обусловленное собственным мировоззрением, окружающими условиями (природными, социальными, производственными, финансовыми, материальными), направляющее личность на достижение запланированного или более высокого результата в установленные или более короткие сроки.

И, наконец, более узкое понимание для студентов: мотивация к обучению – внутреннее побуждение, обусловленное представлениями обучающегося о цели обучения и условиями

образовательного процесса, направляющее его на достижение желаемых результатов обучения в установленный или более короткий срок.

Определенный интерес вызывает проблема учета влияния мотивации студентов на качество инженерной подготовки, поэтому данная работа посвящена механизму измерения величины данного ключевого фактора, а также причин и факторов, влияющих на него.

### Методы исследования

Для оценки мотивации студентов к освоению инженерной образовательной программы использован метод экспертного семинара. Экспертный семинар – это коллективная работа, направленная на анализ имеющийся проблемы, проведение оценки состояния проблемы, определение признаков и индикаторов состояния проблемы, анализ состояния и определение вызовов и путей ее решения [5–7].

В представленном исследовании в качестве экспертов выступили преподаватели Томского политехнического университета. Основной привлекательности экспертов является не значимость занимаемой должности или уровень квалификации, а опыт, непосредственная вовлеченность и знание проблемы «изнутри» [7].

Структура экспертного семинара построена по следующему алгоритму:

Этап 1: Вводная информационная часть.

Этап 2: Индивидуальная и командная экспертная оценка.

Этап 3: Построение матрицы оценки мотивации студентов к инженерной образовательной программе.

Этап 4: Определение препятствий.

Этап 5: Формулирование рекомендаций для преодоления препятствий.

Общая продолжительность семинара составила 4 часа. В семинаре приняло участие 14 преподавателей различных инженерных направлений Томского политехнического университета.

### Результаты

#### Этап 1: Вводная информационная часть

С группой респондентов обсуждается содержание экспертного семинара и общая информация по проблемной тематике. Проводится инструктаж о формате семинара, целях и задачах, форме выполнения заданий (индивидуальных и групповых).

Далее совместно с участниками обсудили поставленную проблему. Определили допущение по отношению к основному термину семинара «мотивация – интерес к получению инженерного образования». На основании определения-допущения была сформулирована рабочая гипотеза: чем выше мотивация студентов к обучению, тем лучших результатов обучения они достигнут.

В завершении вводного обсуждения была определена цель семинара: оценить современный уровень мотивации студентов ТПУ к обучению и сформулировать рекомендации по повышению данного уровня.

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

Индивидуальная (интуитивная) оценка – респондентам предлагалось, опираясь на свой преподавательский опыт, оценить уровень мотивации студентов к процессу обучения в Томском политехническом университете по следующей шкале: критически низкий, низкий, удовлетворительный (приемлемый), хороший, превосходный. Результаты опроса представлены на рис. 1.

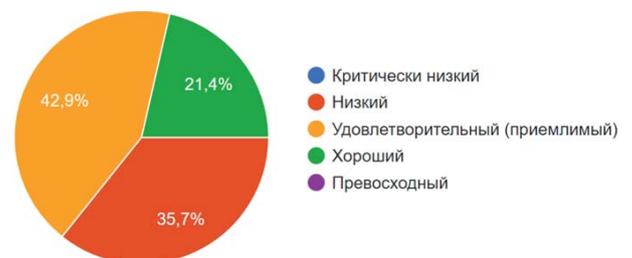


Рис. 1. Результаты интуитивной оценки уровня мотивации студентов к процессу обучения

Fig. 1. Results of an intuitive assessment of the level of students' learning motivation

Большинство респондентов оценили уровень мотивации студентов к процессу обучения в Томском политехническом университете на удовлетворительном уровне (42,9 %). Вместе с тем, 35,7 % считают, что уровень мотивации находится на низком уровне. А 21,4 % преподавателей оценивают этот показатель на хорошем уровне. Стоит отметить, что ни один респондент не посчитал уровень мотивации ни критически низким, ни превосходным.

Командная оценка – каждому из респондентов была поставлена задача сформулировать по 5 критериев, ориентируясь на которые можно оценить уровень мотивации студентов к процессу обучения. Критерии должны были

**Таблица.** Критерии оценки уровня мотивации студентов к процессу инженерного обучения  
**Table.** Criteria for assessing the level of students' motivation to engineering education

№	Критерии оценки мотивации студентов к процессу инженерного обучения, % Criteria for assessing the motivation of students to engineering education, %
1	Доля студентов, участвующих в научных исследованиях по направлению своей будущей профессиональной деятельности Share of students participating in scientific research in the direction of their future professional activity
2	Доля студентов, участвующих в отраслевых научно-образовательных мероприятиях Share of students participating in industry scientific and educational events
3	Доля свободного времени, уделяемого изучению предметов, связанных с будущей профессией Share of free time devoted to the study of subjects related to the future profession
4	Доля студентов, стремящихся к трудовой деятельности в области получаемой специальности Share of students seeking to work in the field of their specialty
5	Доля студентов, задающих вопросы по теме занятия Share of students asking questions on the topic of the lesson

быть измеримыми. Далее было проведено голосование за предложенные критерии, и выбраны пять, набравших большинство голосов. В таблице представлены выбранные критерии.

Из критериев, представленных в таблице, видно, что группой были сформированы критерии оценки общего уровня мотивации для группы студентов. Лишь один из критериев может быть отнесен к индивидуальным, а именно «Доля свободного времени, уделяемого изучению предметов, связанных с будущей профессией». Данное соотношение индивидуальных и групповых критериев говорит о том, что для группы респондентов более важным является общая мотивация группы студентов, а не частная для каждого из них. Общая же концепция выработанных критериев позволяет предположить, что преподаватель считает студента более мотивированным, если студент стремится получить дополнительные знания и умения в своей профессиональной области.

### **Этап 3: Построение матрицы оценки мотивации студентов к инженерной образовательной программе**

Следующим заданием для респондентов было заполнение матрицы оценки уровня мотивации студентов к процессу инженерного обучения используя 5 критериев, выявленных на предыдущем этапе. Шкала оценок матрицы, как и для интуитивной оценки, содержала следующие уровни: критически низкий, низкий, удовлетворительный (приемлемый), хороший, превосходный.

Первый столбец «удельный вес» отражает весомость данного критерия, по мнению респондента. Сумма всех коэффициентов по

столбцу «удельный вес» должна быть равна единице. Каждый из респондентов выставлял свои значения, в итоговую матрицу (рис. 2) вошли средние значения.

Далее каждый из экспертов выставлял свои пороговые значения (от 1 до 99 процентов) для разных уровней шкалы оценок (столбцы «критически низкий», «низкий», «удовлетворительный (приемлемый)», «хороший», «превосходный»). В итоговую матрицу вошли значения, определенные как средние арифметическое из определенных респондентами.

Столбец «текущее значение» отражает существующее на момент опроса значение выбранного критерия, по мнению респондента. В данном случае эксперты оценивали каждый критерий по шкале от 0 до 100 %. Итоговая матрица оценивания представлена на рис. 2.

В результате проделанной работы для каждого из критериев были определены граничные значения. Стоит отметить, что для критериев «доля студентов, участвующих в научных исследованиях по направлению своей будущей профессиональной деятельности» и «доля студентов, участвующих в отраслевых научно-образовательных мероприятиях» респонденты считают превосходным уровнем долю студентов на уровне 35 процентов, а удельный вес данных критериев составил по 0,19. Для критериев «доля свободного времени, уделяемого изучению предметов, связанных с будущей профессией» и «доля студентов, задающих вопросы по теме занятия» эксперты как превосходный уровень отметили границу в 40 %. Повышенные же требования на фоне остальных критериев (граница превосходного уровня более 58 %) респонденты предъявляют к критерию «доля студентов, стремящихся к трудовой

Удельный вес	Текущее значение	Критерии	Критически низкий	Низкий	Удовлетворит. (приемлемый)	Хороший	Превосходный
0,19	32,0	Доля студентов, участвующих в научных исследованиях по направлению своей будущей профессиональной деятельности, %	6,3	8,8	20,0	27,0	35,0
0,19	33,1	Доля студентов, участвующих в отраслевых научно-образовательных мероприятиях, %	7,6	13,3	20,9	27,5	35,5
0,22	31,8	Доля свободного времени, уделяемого изучению предметов, связанных с будущей профессией, %	12,0	21,1	30,5	34,5	40,3
0,23	49,1	Доля студентов, стремящихся к трудовой деятельности в области получаемой специальности, %	16,8	24,5	38,5	45,0	58,6
0,17	25,6	Доля студентов, задающих вопросы по теме занятия, %	6,9	16,4	24,8	31,4	40,6

Рис. 2. Матрица оценивания уровня мотивации студентов к процессу обучения

Fig. 2. Matrix for assessing the level of students' learning motivation

деятельности в области получаемой специальности», что обусловлено практико-ориентированными траекториями профессионального обучения и пониманием респондентами факта необходимости готовить будущих специалистов для нужд конкретного производства.

Анализируя полученные результаты оценки текущего уровня мотивации студентов ТПУ к инженерному образованию (рис. 2, отмеченные цветом ячейки) и сравнивая полученные результаты с результатами интуитивной оценки (рис. 1), стоит отметить, что при эмоциональной оценке экспертами были сделаны более низкие оценки уровня мотивации студентов. При этом как видно из рис. 2, при оценке по строго определенным критериям и наличии пороговых значений для оценивания («правил оценивания») отсутствуют низкие оценки по критериям, а общая картина скорее соответствует уровню «хороший». Такой результат вполне закономерен – при интуитивной оценке эксперты, во-первых, оценивали исходя из разных критериев, во-вторых, не имели строгих границ для шкалы оценивания. Следовательно, использование строгих критериев оценивания и построение строгой шкалы оценивания, позволяет более корректно определить оценку текущего уровня исследуемой характеристики.

В дальнейшем можно исходя из разработанной матрицы оценивания (рис. 2) определить уровень мотивации студентов к процессу инженерного обучения, выраженный строгим числовым значением. Для этого текущее значение по критерию умножаем на удельный вес и складываем по всем критериям полученные значения. В нашем случае мотивация студентов получилась равной 35 %. Таким же образом можно определить шкалу оценивания для общего уровня мотивации. Так, для уровня «низкий» граница от 17,3 %, для уровня «удовлетворительно» – от 27,5 %, для уровня «хороший» – от 33,6 %, и для «превосходного» уровня мотивации граница составила 42,6 %. Исходя из данной шкалы оценивания, респонденты отнесли уровень мотивации студентов ТПУ к инженерному образованию как «хороший».

#### Этап 4: Определение препятствий

На данном этапе работы экспертным группам было предложено сформулировать причины, которые препятствуют достижению превосходного уровня мотивации студентов к процессу инженерного обучения в ТПУ. Формулировка препятствий проводилась в формате «мозгового штурма». Эксперты были разделены на 3 группы, каждой группе нужно

<b>1 Студенты</b>		<b>2 Преподаватели</b>	
1	Плохой входной контингент абитуриентов	1	Уровень современных знаний у преподавателя
2	Неосознанный выбор студента	2	Харизма преподавателя
3	Непонимание сути профессии и сферы применения знаний	3	Психозмоциональное состояние, самосаботаж из-за ощущения невозможности достижения целей в силу недостатка знаний
4	Непонимание траектории образовательной программы и дальнейшего трудоустройства	4	Отсутствие увлеченности преподавателя
5	Непонимание нужности некоторых предметов в учебном плане	5	Низкий уровень профессиональных навыков
6	Слабая гуманитарная подготовка студентов инженерных профилей	<b>4 Методология</b>	
<b>3 Практика / трудоустройство</b>		1	Слабая связь между общетехническими и профессиональными дисциплинами, ее отсутствие
1	Не удовлетворительная работа сотрудников по организации практик и трудоустройства	2	Квалификация "Учителя" - навязывает догму, а не стимулирует думать
2	Организации практик и трудоустройства	3	Неинтересные предметы или их подача
3	Престиж направления	4	Отсутствие производственно ориентированного обучения
4	Уровень заработных плат по отраслям	5	Большой процент курсов, которые предлагаются в сети и заявляют, что высшее образование не обязательно в жизни, достаточно пройти курс и получить знания.
5	Не перспективность трудоустройства	6	Плохая организационная работа со студентами по участию в различных мероприятий
<b>5 МТО</b>		7	Слабая организация научных исследований по некоторым направлениям
1	Устаревший фонд лабораторного оборудования		
2	Плохая материально-техническая база		
3	Малое количество открытых лабораторий в университете		

Рис. 3. Группы препятствий на пути повышения уровня мотивации студентов к инженерному образованию  
 Fig. 3. Groups of obstacles on the way to increase the level of students' motivation to engineering education

было сформулировать максимально количество препятствий. Проблемы, которые были выделены экспертами, ранжировались по группам (рис. 3).

Далее проводилось голосование по каждой из предложенных проблем. Экспертам было предложено выбрать 5 препятствий, которые они считают наиболее значимыми (рис. 4). Как можно видеть из результатов голосования, представленных на рис. 4, наибольшее внимание эксперты уделяют проблемам «Непонимание сути профессии и сферы применения знаний» и «Неинтересные предметы или их подача». Следующей важной проблемой эксперты посчитали «Отсутствие увлеченности преподавателя». Дальнейшее распределение проблем по значимости интуитивно понятно и ожидаемо. Вместе с тем стоит отметить, что такие проблемы, как «Организации практик и трудоустройства», «Престиж направления», «Плохая организационная работа со студентами по участию в различных мероприятиях», «Слабая организация научных исследований по некоторым направлениям» и «Малое количество открытых лабораторий в университете» не получили не одного голоса экспертов в результате голосования. Эти проблемы часто звучат в университетских кругах, но, как

можем видеть, значимость данных вопросов сильно преувеличена или как минимум в ТПУ данные проблемы уже получили решение.

#### **Этап 5: Формулирование рекомендаций для преодоления препятствий**

На данном этапе экспертам предстояло выработать рекомендации и пути решения обозначенных на предыдущем этапе проблем. В результате были сформированы и систематизированы по группам рекомендации, представленные на рис. 5.

Далее, как и на предыдущем этапе, было проведено голосование и сформирован рейтинг предложений. Результирующий рейтинг предложений по повышению уровня мотивации студентов представлен на рис. 6.

Основной рекомендацией по итогам голосования экспертов стало проведение исследования и ежегодного мониторинга уровня мотивации студентов, обеспечение обратной связи (создание соответствующего подразделения). Все респонденты посчитали, что на текущий момент времени крайне мало уделяется времени и ресурсов данным вопросам и заниматься ими должно отдельное структурное подразделение университета на постоянной основе.

5	Непонимание сути профессии и сферы применения знаний
5	Неинтересные предметы или их подача
4	Отсутствие увлеченности преподавателя
3	Плохой входной контингент абитуриентов
3	Непонимание траектории образовательной и дальнейшего трудоустройства
3	Харизма преподавателя
3	Большой процент курсов, которые предлагаются в сети и заявляют, что высшее образование не обязательно в жизни, достаточно пройти курс и получить знания
3	Не удовлетворительная работа сотрудников по организации практик и трудоустройства
3	Устаревший фонд лабораторного оборудования
3	Плохая организационная работа со студентами по участию в различных мероприятиях
2	Непонимание нужности некоторых предметов учебном плане.
2	Слабая гуманитарная подготовка студентов инженерных профилей
2	Уровень современных знаний у преподавателя
2	Низкий уровень профессиональных навыков
2	Слабая связь между общетехническими и профессиональными дисциплинами, ее отсутствие
2	Отсутствие производственно ориентированного обучения
2	Уровень заработных плат по отраслям
2	Не перспективность трудоустройства
1	Неосознанный выбор студента
1	Психозмоциональное состояние, самосаботаж из-за ощущения невозможности достижения целей в силу недостатка знаний
1	Квалификация "Учителя" - навязывает догму, а не стимулирует думать
0	Плохая организационная работа со студентами по участию в различных мероприятиях
0	Слабая организация научных исследований по некоторым направлениям
0	Организации практик и трудоустройства
0	Престиж направления
0	Малое количество открытых лабораторий в университете

Рис. 4. Рейтинг препятствий на пути повышения уровня мотивации студентов к инженерному образованию

Fig. 4. Rating of obstacles on the way to increase the level of students' motivation for engineering education

#### Обсуждение результатов и выводы

В результате проведенного исследования методом экспертного семинара была разработана матрица оценивания уровня мотивации студентов ТПУ к процессу инженерного обучения. Пользуясь разработанной системой оценивания, определен уровень мотивации студентов ТПУ в 35 %, что по разработанной системе считается «хорошим».

В процессе исследования определены основные препятствия на пути повышения мотивации студентов. По мнению экспертной группы, основные проблемы – это «непонимание сути профессии и сферы применения знаний» и «неинтересные предметы или их подача», также немалое значение уделено «отсутствию увлеченности преподавателя».

<b>1</b>	<b>Работа по привлечению мотивированных абитуриентов</b>	
1	1	Привлекать профильные организации к проведению мероприятий
	2	Проведение исследования и ежегодного мониторинга уровня мотивации студентов, обеспечение обратной связи (создание соответствующего подразделения)
<b>2</b>	<b>Совершенствование преподавания</b>	
	1	Приглашать интересных харизматичных специалистов практиков, поясняющих профессию
	2	КПК и вовлеченность преподавателей
	3	Лаборатории на предприятиях
	4	Работа студентов в научных группах
	5	Привлекать профильные организации к формированию учебных планов
	6	Внедрить блочно-модульный учебный план
	7	Организация ДПО по специализации с привлечением производителей, производственных мощностей и т.п.
	8	Внедрение и увеличение объема интерактивных методов обучения
<b>3</b>	<b>Организация работы по исследованию / оценке и повышению мотивации</b>	
	1	Постоянная обратная связь от студентов и подстраивать образовательный процесс под запросы
<b>4</b>	<b>Совершенствование инструментов по повышению мотивации</b>	
	1	Создание системы мероприятий, иллюстрирующих ценности профессии и возможности саморазвития (помимо заработной платы)
	2	Организационная работа со студентами (куратор, наставник)

Рис. 5. Рекомендации для повышения уровня мотивации студентов к инженерному образованию

Fig. 5. Recommendations for increasing the level of students' motivation for engineering education

1	Проведение исследования и ежегодного мониторинга уровня мотивации студентов, обеспечение обратной связи (создание соответствующего подразделения)
2	Приглашать интересных харизматичных специалистов практиков, поясняющих профессию
3	КПК и вовлеченность преподавателей
4	Лаборатории на предприятиях
5	Работа студентов в научных группах
6	Привлекать профильные организации к формированию учебных планов
7	Привлекать профильные организации к проведению мероприятий
8	Внедрить блочно-модульный учебный план
9	Создание системы мероприятий, иллюстрирующих ценности профессии и возможности саморазвития (помимо заработной платы)
10	Организация ДПО по специализации с привлечением производителей, производственных мощностей и т.п.
11	Внедрение и увеличение объема интерактивных методов обучения
12	Постоянная обратная связь от студентов и подстраивать образовательный процесс под запросы
13	Организационная работа со студентами (куратор, наставник)

Рис. 6. Рейтинг рекомендаций для повышения уровня мотивации студентов к инженерному образованию

Fig. 6. Rating of recommendations for increasing the level of students' motivation to engineering education

Основной рекомендацией для повышения мотивации студентов к инженерному образованию эксперты считают «проведение исследований и ежегодный мониторинг уровня мотивации студентов, обеспечение обратной связи (создание соответствующего подразде-

ления)». Также значимое место в рекомендациях уделено развитию уровня преподавания и освоению новых образовательных технологий. Особое место отводится более серьезному вовлечению производства в образовательный процесс.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pokholkov Y.P., Tolкачева К.К. Why and how to engage students in the learning process // Proceedings of the 43rd SEFI Annual Conference 2015 – Diversity in Engineering Education: An Opportunity to Face the New Trends of Engineering, SEFI 2015. – Orleans, 2015. – P. 141–145.
2. Шматко Н.А. Компетенции инженерных кадров: опыт сравнительного исследования в России и странах ЕС // Форсайт. – 2012. – Т. 6. – № 4. – С. 32–47. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompetentsii-inzhenernyh-kadrov-opyt-sravnitelnogo-issledovaniya-v-rossii-i-stranah-es> (дата обращения: 19.01.2022).
3. Баранов А.А., Кудашев А.Р., Реан А.А. Психология адаптации личности. – СПб.: Прайм-ЕВРОЗНАК, 2006. – 479 с.
4. Гайниева Н. Особенности учебной и профессиональной мотивации у студентов первокурсников // Итоговая научно-образовательная конференция студентов Казанского федерального университета 2014 года: сборник статей. – Казань, Изд-во казан. ун-та, 2014. – С. 18–20.
5. Толкачева К.К. Экспертный семинар как форма реализации целей проблемно-ориентированного обучения специалистов в области техники и технологии: автореф. дис. ... канд. пед. наук: – Казань, 2015. – 24 с.
6. 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: 05.04.2021).
7. Печерская Е.А., Печерский А.В., Николаев К.О. Методологические основы управления научно-исследовательской и инновационной деятельностью в вузе // Надежность и качество: Труды Международного симпозиума. Т. 1 / под ред. Н.К. Юркова. – Пенза: ПГУ, 2015. – С. 252–255.

Дата поступления: 20.03.2022 г.

UDC 378.14

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_4

## CRITERIA FOR ASSESSING THE LEVEL OF MOTIVATION OF STUDENTS TO ENGINEERING EDUCATION

**Sergei A. Stepanov,**

Cand. Sc., associate professor,  
stepanovsa@tpu.ru

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

The paper presents the results of a study of criteria for assessing the level of students' motivation to master an engineering educational program by the method of an expert seminar. The respondents of the study were teachers with different work experience (from 10 to 40 years) of Tomsk Polytechnic University (TPU). As a result of the study, a system for assessing the motivation of TPU students was developed. Obstacles on the way of increasing the motivation of students are indicated. Ways of solving existing problems were worked out. The results of the study can be further used to assess the professional motivation of students and improve its level.

**Key words:** Motivation, evaluation, expert seminar, quality of engineering training.

### REFERENCES

1. Pokholkov Y.P., Tolkacheva K.K. Why and how to engage students in the learning process. *Proceedings of the 43rd SEFI Annual Conference 2015 – Diversity in Engineering Education: An Opportunity to Face the New Trends of Engineering*, SEFI 2015. Orleans, 2015. pp. 141–145.
2. Shmatko N. Competences of engineers: evidence from a comparative study for Russia and EU countries. *FORESIGHT-RUSSIA*, 2012, Vol. 6, no 4, pp. 32–47. In Rus. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompetentsii-inzheneryh-kadrov-opyt-sravnitel'nogo-issledovaniya-v-rossii-i-stranah-es> (accessed: 19 January 2022).
3. Baranov A.A., Kudashev A.R., Rean A.A. *Psikhologiya adaptatsii lichnosti* [Psychology of personality adaptation]. St. Petersburg, Praym-YEVROZNAK Publ., 2006. 479 p.
4. Gaynieva N. Osobennosti uchebnoy i professionalnoy motivatsii u studentov pervokursnikov [Features of educational and professional motivation of first-year students]. *Itogovaya nauchno-obrazovatel'naya konferentsiya studentov Kazanskogo federal'nogo universiteta 2014 goda: sbornik statey* [Final scientific and educational conference of students of Kazan Federal University in 2014: collection of articles]. Kazan, Kazan Federal University Publ., 2014. pp. 18–20.
5. Tolkacheva K.K. *Ekspertny seminar kak forma realizatsii tseley problemno-oriyentirovannogo obucheniya spetsialistov v oblasti tekhniki i tekhnologii*. Avtoreferat Dis. 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.
6. Metod ekspertnykh otsenok: vidy, kriterii i primery [Method of expert assessments: types, criteria and examples]. *Kommercheskiy direktor*. Available at: <https://www.kom-dir.ru/article/3450-metod-ekspertnyh-otsenok> (accessed: 05 April 2021).
7. Pecherskaya E.A., Pecherskiy A.V., Nikolaev K.O. Metodologicheskie osnovy upravleniya nauchno-issledovatel'skoy i innovatsionnoy deyatel'nostyu 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.

Received: 22 March 2022.

УДК 378

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_5

## КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ УРОВНЯ ОСВОЕНИЯ СТУДЕНТАМИ ЗАПЛАНИРОВАННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

**Похолков Юрий Петрович<sup>1,2</sup>,**

доктор технических наук, профессор, руководитель учебно-научного центра «Организация и технологии высшего профессионального образования»; президент, ruuori@mail.ru

**Муравлев Игорь Олегович<sup>1</sup>,**

кандидат технических наук, доцент отделения электроэнергетики и электротехники, Инженерная школа энергетики; начальник отдела исследования проблем обеспечения качества инженерного образования, Учебно-научный центр «Организация и технологии высшего профессионального образования», iom@tpu.ru

**Жадан Валерий Афанасьевич<sup>1</sup>,**

кандидат технических наук, инженер по защите информации отдела исследования проблем обеспечения качества инженерного образования, Учебно-научный центр «Организация и технологии высшего профессионального образования», zhadanva@tpu.ru

**Корнева Ольга Юрьевна<sup>1</sup>,**

кандидат экономических наук, доцент, Школа инженерного предпринимательства, kornevaouyr@tpu.ru

**Червач Мария Юрьевна<sup>1</sup>,**

ведущий эксперт отдела исследования проблем обеспечения качества инженерного образования, Учебно-научный центр «Организация и технологии высшего профессионального образования», chervachm@tpu.ru

**Климова Галина Николаевна<sup>1</sup>,**

кандидат технических наук, доцент, отделение электроэнергетики и электротехники, Инженерная школа энергетики; эксперт отдела исследования проблем обеспечения качества инженерного образования, Учебно-научный центр «Организация и технологии высшего профессионального образования», gariki@tpu.ru

**Леонова Лилия Александровна<sup>1</sup>,**

кандидат технических наук, доцент, отделение ядерно-топливного цикла, Инженерная школа ядерных технологий; ведущий эксперт отдела исследования проблем обеспечения качества инженерного образования, Учебно-научный центр «Организация и технологии высшего профессионального образования», leonovala@tpu.ru

**Максимова Юлия Анатольевна<sup>1</sup>,**

старший преподаватель, отделение нефтегазового дела, Инженерная школа природных ресурсов; ведущий эксперт, отдел исследования проблем обеспечения качества инженерного образования, Учебно-научный центр «Организация и технологии высшего профессионального образования», yam3@tpu.ru

**Першина Анна Александровна<sup>1</sup>,**

кандидат технических наук, доцент, отделение электронной инженерии,  
Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности,  
haydarova@tpu.ru

**Савинова Олеся Вячеславовна<sup>1</sup>,**

кандидат геолого-минералогических наук, доцент, отделение геологии,  
Инженерная школа природных ресурсов; эксперт, отдел исследования проблем  
обеспечения качества инженерного образования, Учебно-научный центр  
«Организация и технологии высшего профессионального образования»,  
logvinenkoov@tpu.ru

**Степанов Сергей Александрович<sup>1</sup>,**

кандидат физико-математических наук, доцент, отделение материаловедения,  
Инженерная школа новых производственных технологий; эксперт,  
отдел исследования проблем обеспечения качества инженерного образования,  
Учебно-научный центр «Организация и технологии высшего  
профессионального образования»,  
stepanovsa@tpu.ru

<sup>1</sup> Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.

<sup>2</sup> ООО «Ассоциация инженерного образования России»,  
Россия, 119991, г. Москва, Ленинский пр., 6, стр. 21.

В статье описаны методические подходы и инструменты количественной оценки основного элемента качества инженерного образования – уровня освоения студентами/выпускниками компетенций, необходимых для осуществления успешной профессиональной инженерной деятельности. Авторами предложены алгоритм действий и математический аппарат для количественной оценки уровня подготовленности студентов/выпускников к профессиональной инженерной деятельности в процессе обучения по программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в области техники и технологии. Разработан и согласован с основными стейкхолдерами инженерного образования оптимальный (по количеству), унифицированный перечень инвариантных компетенций специалиста с высшим образованием, работающего в сфере техники и технологии. Определены и согласованы с представителями стейкхолдеров методологические подходы к тестированию студентов с целью оценки уровня их подготовленности к реальной инженерной деятельности. Проведены и представлены результаты исследования уровня подготовленности будущих инженеров к успешной профессиональной инженерной деятельности на основе анализа освоения двух компетенций студентами выпускных курсов бакалавриата, специалитета и магистратуры по шести направлениям подготовки. Уровень освоения студентами запланированных компетенций рассматривается и как результат обучения, и как существенная составляющая качества инженерного образования.

**Ключевые слова:** инженерное образование, качество инженерного образования, оценка результатов обучения, инвариантные компетенции, профессиональная инженерная деятельность.

**Введение**

В современной системе высшего образования в России при проектировании образовательных программ и учебно-методических материалов повсеместно применяется компетентностный подход, требующий четкого определения и формулирования компетенций, которые должны быть освоены студентами в процессе обучения. Следуя требованиям ФГОС и запросам стейкхолдеров, университеты формируют перечни компетенций как ожидаемых результатов обучения, включающих не только знания, но также умения и практические навыки. Определение и постулирование компетенций является необходимым, но не

достаточным условием для гарантии успешной подготовки студентов к профессиональной деятельности [1, 2]. Такие условия должны включать выполнение требований к мастерству и профессионализму научно-педагогического состава вуза, его материальной базе, а также объективные и адекватные методы количественной оценки уровня сформированности компетенций у выпускников инженерных программ.

В последние годы научно-педагогическое сообщество уделяет все большее внимание поискам эффективных методов обучения, направленных на достижение конкретных запланированных результатов. Разрабатыва-

ются и внедряются методы активного обучения, обеспечивающие вовлечение студентов в образовательный процесс, расширяется практика применения проектно-организованного, проблемно- и практико-ориентированного обучения, стимулируется самостоятельная творческая работа студентов [3]. Эти шаги позволяют говорить о попытке формировать умения и практические навыки у будущих инженеров в процессе их обучения в вузе.

Однако при оценке результатов обучения, как правило, применяются традиционные методы контроля, направленные на оценку уровня знаний. При этом оценка уровня освоения компетенций, в части умений и навыков, реализуется далеко не всегда.

Существующие методы контроля, направленные в большей степени на оценку знаний, становятся причиной еще одной актуальной проблемы – невозможности оперативно (в процессе обучения) и объективно оценить уровень подготовки студентов к профессиональной инженерной деятельности. Наблюдается большой временной лаг между периодом освоения компетенций, их проявлением и оценкой в реальной жизни. Нет возможности своевременно оценить и, при необходимости, скорректировать результаты обучения.

В данной статье представлены результаты исследования уровня сформированности выбранных компетенций у студентов выпускных курсов инженерных образовательных программ.

### Определения и допущения

В научной литературе существует множество вариантов трактовки понятий «качество», «качество образования», «качество подготовки специалистов».

В наиболее обобщенном виде понятие «качество» можно описать как *степень удовлетворения потребителя*. При этом следует учитывать, что понятие «качество» относительно. Для разных потребителей одни и те же параметры, характеризующие качество образования, могут быть оценены по-разному.

Более подробное и многогранное определение дает В.О. Зинченко, предлагая под «качеством высшего образования» понимать *достижение социально значимых результатов подготовки специалистов, в которых отражены требования всех потребителей образовательных услуг, обеспечено формирование профессиональной и личностной компетент-*

*ности специалиста в процессе наполненного особым содержанием, определенным образом организованного и реализованного профессионального обучения* [4].

Принимая и учитывая предложенные определения, был сформулирован ряд *допущений*, обеспечивающих возможность количественной оценки результатов обучения – уровня сформированности запланированных с учётом требований профессиональных и образовательных стандартов компетенций как основного компонента качества инженерного образования:

- качество инженерного образования оценивается по степени удовлетворенности стейкхолдеров *уровнем подготовленности выпускника к профессиональной инженерной деятельности* по завершении обучения в вузе;
- уровень подготовленности выпускника к профессиональной инженерной деятельности может быть оценён *степенью освоения запланированных, согласованных со стейкхолдерами компетенций*, необходимых для профессиональной инженерной деятельности;
- уровень освоения студентами/выпускниками запланированных компетенций (степень достижения запланированных результатов обучения) может быть оценён по результатам тестирования в соответствии с требованиями, согласованными с основными стейкхолдерами.

### Цели и задачи исследования

Данная работа является частью выполняемого в Томском политехническом университете проекта *«Разработка и пилотирование системы управления качеством инженерного образования в процессе подготовки специалистов»*.

Задачи проекта:

- определить состав основных элементов качества инженерного образования;
- разработать методические подходы и инструменты количественной оценки элементов качества инженерного образования;
- выявить и исследовать ключевые факторы, оказывающие влияние на качество инженерного образования, в процессе подготовки будущих специалистов;
- установить и исследовать закономерности изменения качества инженерного образования под влиянием ключевых факторов

в процессе подготовки будущих специалистов.

В данной статье представлены предварительные результаты исследования.

Гипотеза исследования:

*Уровень подготовленности студентов к успешной профессиональной инженерной деятельности может быть определен количественно по результатам их тестирования по согласованным с основными стейкхолдерами методикам.*

### Методология и этапы исследования

Для достижения поставленной цели и выполнения задач были применены: системный подход, статистические методы обработки результатов, методы социологических и экспертных исследований (анкетирование, экспертный семинар) [5].

Последовательность действий при проведении исследований:

- определение и формулирование оптимального инвариантного перечня компетенций выпускников образовательных программ в области техники и технологий;
- формирование перечней конкретных компетенций по шести направлениям подготовки выпускников ТПУ различного уровня (бакалавриат, специалитет, магистратура), согласованных с ключевыми стейкхолдерами;
- разработка и согласование с представителями основных стейкхолдеров методики (системы) комплексной оценки уровня освоения студентами/выпускниками запланированных компетенций (результатов обучения);
- апробация методики комплексной оценки уровня подготовленности студентов и выпускников к успешной профессиональной инженерной деятельности.

### Разработка перечня инвариантных компетенций

Широкий охват направлений инженерной подготовки выпускников даже в процессе предварительных исследований потребовал применения унифицированного подхода к набору и формулированию содержания компетенций, планируемых к освоению будущими специалистами.

Минимальные требования к такому набору компетенций:

- количество компетенций в наборе должно быть оптимальным;

- формулировки инвариантных компетенций должны позволять трансформировать их в соответствующие компетенции по любому направлению инженерной деятельности;

- содержание компетенций должно отражать обязательность формирования у будущих специалистов необходимых знаний, умений и навыков, обеспечивающих успешную профессиональную деятельность [6, 7].

Использование такого подхода позволило сформулировать оптимальный набор инвариантных компетенций, которые могут быть преобразованы в конкретные компетенции по любому направлению инженерной деятельности (таблица).

### Формирование перечней конкретных компетенций по различным направлениям и уровням подготовки выпускников

На первом этапе исследованиями были охвачены шесть направлений подготовки специалистов, включая подготовку бакалавров, магистров и специалистов. В исследовании участвовали студенты всех курсов, включая выпускные (выпускники).

Во всех случаях формулирование содержания конкретных компетенций по каждой из основных образовательных программ (ООП) проводилось на основе унифицированных формулировок из перечня инвариантных компетенций с учётом мнения представителей ключевых стейкхолдеров и/или экспертной группы, включающей представителей производства, науки, высшего образования (7 человек).

В данной статье приведены результаты исследования освоения студентами выпускных курсов только двух компетенций из 10: «Разработка технической документации» и «Разработка технологических процессов».

### Методика (система) комплексной оценки уровня освоения студентами/выпускниками запланированных компетенций (результатов обучения) и подготовленности их к успешной профессиональной инженерной деятельности

Проблемы оценки уровня подготовленности студентов/выпускников к профессиональной инженерной деятельности достаточно часто обсуждаются в инженерно-образовательном сообществе на различного рода конференциях, семинарах и в печати [8–10].

Использование компетентностного подхода на завершающей стадии учебного про-

**Таблица.** Инвариантные компетенции  
**Table.** Invariant competences

Категории компетенций Categories of competencies	Универсальные компетенции, инвариантные по отношению к направлению, профилю, виду деятельности Universal competencies that are invariant with respect to the direction, profile, type of activity
Универсальные компетенции, имеющие знаниевый характер Universal competencies of knowledge character	
Обучение в течение всей жизни (саморазвитие, самореализация, профессиональный рост) Lifelong learning (self-development, self-realization, professional growth)	1. Формирование и развитие интеллектуального и культурного уровня (знания в области гуманитарных, социальных и экономических наук) Formation and development of the intellectual and cultural level (knowledge in the field of humanities, social and economic sciences)
	2. Системное мышление (анализ, систематизация, прогнозирование) Systems thinking (analysis, systematization, forecasting)
Универсальные компетенции, имеющие деятельностный характер Universal competencies of activity character	
Генерирование инновационных идей (по созданию конкурентоспособных образцов техники и технологии) Generation of innovative ideas (to create competitive models of equipment and technology)	3. Формирование научных задач Formation of scientific tasks
	4. Генерирование конкурентоспособных вариантов решений Generation of competitive solutions
Проектная деятельность и организация производства Design activities and organization of production	5. Использование информационных технологий Use of information technology
	6. Разработка технической документации Development of technical documentation
	7. Сбор и анализ данных, проектирование объектов профессиональной деятельности Collection and analysis of data, design of objects of professional activity
	8. Разработка технологических процессов Development of technological processes
Управление (менеджмент) Management	9. Внедрение технологических процессов Implementation of technological processes
	10. Управление процессами и коллективом Process and team management

цесса (контроль результатов обучения) требует применения таких способов, методов и подходов, которые позволили бы объективно и достоверно оценивать уровень освоения студентами/выпускниками запланированных компетенций.

Проведённые экспертные семинары с участием представителей основных стейкхолдеров и ведущих экспертов инженерно-образовательного сообщества позволили установить основные элементы и условия обеспечения работы системы контроля уровня достижения результатов обучения студентов в условиях использования компетентностного подхода [9, 11, 12].

Система в целом представляет собой определённые условия и выстроенные в определённой последовательности действия, позволяющие на любом этапе обучения (подготовки студентов к инженерной деятельности) осуществить независимый контроль уровня освоения планируемых компетенций (результатов

обучения) и использовать результаты контроля для корректировки деятельности всех участников процесса подготовки будущих инженеров (студенты, преподаватели, административный персонал вуза, стейкхолдеры...), а также совершенствования условий организации учебного процесса (инфраструктура, материальная база, связь с предприятиями реального сектора экономики). Комплексная оценка уровня освоения студентами/выпускниками запланированных компетенций по существу является главным элементом этой системы.

Последовательность действий, обеспечивающих работоспособность системы, представлена следующим рядом<sup>4</sup>:

1. Формулирование содержания компетенций с возможно полным описанием состава знаний, умений и навыков.

<sup>4</sup> пп. 1, 2, 3, 4, 6, 7 выполняются по согласованию с представителями стейкхолдеров (заказчиков); пп. 5, 6 – по согласованию с руководителями ООП (заведующими кафедрами).

2. Определение условий тестирования (число вопросов по каждой компетенции, время, предоставляемое для ответов).
3. Формирование базы данных вопросов с установлением ограничений: доля вопросов на знания и умения<sup>5</sup> и при необходимости доля открытых вопросов, доля вопросов, позволяющих оценить уровень развитости инженерного мышления и пр., наполненность базы данных по отношению к числу задаваемых при тестировании вопросов<sup>6</sup>).
4. Определение требований к содержанию и выбору предлагаемых для выбора ответов.
5. Принятие методов количественной оценки уровня освоения компетенций и уровня достижений планируемого результата обучения (математический аппарат).
6. Принятие критериев оценки результатов обучения.
7. Оценка уровня подготовленности выпускников к профессиональной инженерной деятельности.
8. Представление, обсуждение и анализ результатов контроля.
9. Формулирование рекомендаций по совершенствованию системы (обновление базы данных вопросов, условий проведения тестирования, критериев оценки и пр.).

Предложенная система контроля результатов обучения студентов/выпускников может быть представлена в виде мобильного (или для ПК) приложения, позволяющего:

- обеспечить электронную базу для тренинга студентов;
- создать электронное портфолио (цифровой след/двойник) студента (для администрации вуза, заведующего кафедрой, руководителя ООП);
- осуществлять анализ деятельности преподавателей и условий обеспечения учебного процесса (для руководителя ООП).

Апробирование предложенного метода осуществлено на примере оценки уровня освоения двух компетенций студентами выпускных курсов по шести направлениям инженерной подготовки: бакалавриата – 66 человек, магистратуры – 47 человек, специалитета –

34 человека, и представлено следующими результатами:

1. На основе содержания инвариантных компетенций были сформулированы две компетенции по каждому их шести выбранных направлений инженерной подготовки. Формулировки были согласованы с экспертами – представителями работодателей (3), научно-образовательного сообщества (4), в их числе – руководитель ООП.
2. С участием экспертов были установлены условия тестирования: 15 вопросов по каждой компетенции; время, предоставляемое для ответов (тестирования) – 15 минут. В среднем 1 минута для ответа на 1 вопрос.
3. Сформированы базы данных вопросов, каждая из которых содержала 15 вопросов для одной компетенции, из которых 12 вопросов – на умения, 3 – на знания, открытых вопросов – 1.
4. Составлены базы данных ответов – как правило, по 4 ответа на каждый вопрос, в числе которых один правильный.
5. Выбран метод и предложен математический аппарат для расчёта и количественной оценки уровня освоения планируемых компетенций как произведение доли *правильных ответов*<sup>7</sup> на *долю времени, оставшегося свободным*<sup>8</sup>, от максимально предоставленного для выполнения теста.
6. Выбраны критерии признания результата положительным: а) доля правильных ответов – не менее 0,8 (80 %); б) время тестирования – не более 15 минут. При выполнении этих условий уровень освоения студентом/выпускником запланированной компетенции считается удовлетворительным (приемлемым).
7. Проведено тестирование студентов выпускных курсов (147 человек).
8. Составлены базы данных количественных оценок уровней освоения запланированных компетенций и средних баллов оценок, набранных студентами к моменту тестирования.
9. Произведены статистическая обработка и анализ полученных результатов.

<sup>5</sup> Вопросы, целью которых является выявление умений, должны, как правило, содержать необходимость выбора правильного порядка (алгоритма) действий.

<sup>6</sup> Рекомендованный объём базы данных вопросов, позволяющий использовать механизм генератора случайных чисел для автоматического выбора числа, установленного для контроля вопросов, – не менее 90 вопросов по каждой компетенции.

<sup>7</sup> *доля правильных ответов* на вопросы тестирования; параметр ориентирован на *оценку компетенций в части знаний и умений*;

<sup>8</sup> *доля времени, оставшегося свободным*, от максимально предоставленного для выполнения теста (скорость выполнения теста). Параметр ориентирован на *оценку приобретенных навыков продемонстрировать осведомлённость о знаниях и умениях*, т. е., навык выражается через скорость принятия решения по выбору правильного ответа из числа предложенных.

### Математический аппарат

#### Индивидуальный уровень, дискретная шкала – 3–5

Формула для расчета уровня подготовленности конкретного студента/выпускника к профессиональной инженерной деятельности:

$$*Q_{i \text{ вып}} = 3,75 \frac{R \cdot T}{t},$$

где  $R$  – доля правильных ответов на 80 % вопросов теста и более;  $T$  – время, установленное для тестирования;  $t$  – время, затраченное респондентом на ответы;  $Q_{i \text{ вып}}$  – уровень подготовленности конкретного респондента (по пятибалльной шкале); 3,75 – нормирующий коэффициент.

\*Формула справедлива при условии  $R=0,8$  во всех случаях, если  $(0,8 \leq R \leq 1,0)$ ; удовлетворительный уровень –  $t=T$ , во всех случаях, если  $(0,75 < t \leq 1,0)$ ; хороший уровень –  $t=0,75T$ , во всех случаях, если  $(0,6 < t \leq 0,75)$ ; отличный уровень –  $t=0,6T$ , во всех случаях, если  $(t \leq 0,6)$ .

*Индивидуальный уровень, непрерывная шкала, 0–∞ (применяется при исследовании, промежуточном мониторинге)*

$$Q_i = 3,75 \frac{R_i \cdot T}{t_i},$$

где  $R$  – доля правильных ответов на вопросы теста;  $T$  – время, установленное для тестирования;  $t$  – время, затраченное респондентом на ответы;  $Q_i$  – уровень подготовленности конкретного респондента (непрерывная шкала, 0–∞); 3,75 – нормирующий коэффициент

Предложенная система оценки может быть адаптирована для корпоративного уровня с целью оценки результатов обучения групп студентов и выпускников конкретных ООП, отделения, кафедры, факультета, школы, вуза и других коллективов.

Комплексная оценка уровня освоения конкретным студентом/выпускником всех запланированных компетенций (достижения запланированного результата обучения, готовности успешно осуществлять профессиональную инженерную деятельность) определяется как их среднеарифметическое значение.

На основании проведенного опроса представителей различных фокусных групп (руководителей ООП, представителей реального сектора экономики, преподавателей) сформирована дискретная шкала индивидуальной оценки уровня подготовленности студента/выпускника к профессиональной деятельности:

- Удовлетворительный уровень – респондент способен дать правильные ответы как минимум на 80 % вопросов, раскрывающих степень овладения им запланированных компетенций, в течение заданного времени.
- Хороший уровень – респондент способен дать правильные ответы как минимум на 80 % вопросов, раскрывающих степень овладения им запланированных компетенций, в течение не более 0,75 от заданного времени.
- Отличный уровень – респондент способен дать правильные ответы как минимум на 80 % вопросов, раскрывающих степень овладения им запланированных компетенций, в течение менее 0,6 от заданного времени.

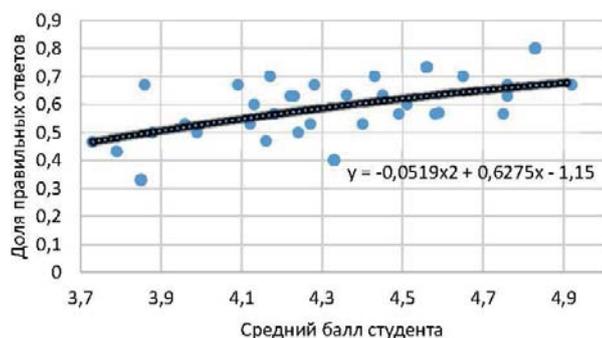
### Результаты пилотного исследования уровня освоения студентами/ выпускниками запланированных компетенций

Данные для анализа уровня подготовленности студентов выпускных курсов к профессиональной инженерной деятельности формировались на основании тестирования 147 респондентов. Респонденты представляли три фокусные группы студентов выпускных курсов: бакалавриат, специалитет, магистратура.

Систематизация результатов исследования проведена с применением метода корреляционно-регрессионного анализа.

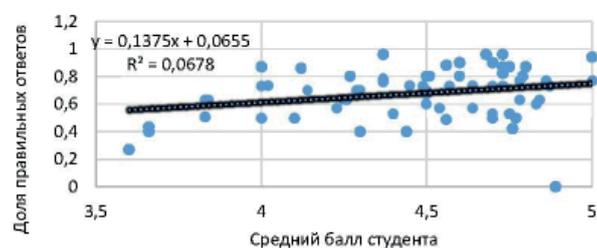
Первым этапом апробации стало определение уровня освоения компетенций на основе тестовых опросов (выражен в доле правильных ответов). Получены предварительные результаты исследования двух компетенций для шести направлений профессиональной деятельности. Проведен анализ корреляции показателя «доля правильных ответов», применяемого в предложенной системе оценки, и показателя «средний балл студента», применяемого в традиционной системе оценки успеваемости студентов. Результаты представлены по трем фокусным группам студентов выпускных курсов: специалитет (рис. 1), бакалавриат (рис. 2), магистратура (рис. 3).

Предварительные результаты оценки освоения двух анализируемых компетенций студентами бакалаврских, магистерских программ и программ специалитета свидетельствуют об *отсутствии значимой корреляции* между уровнем освоения компетенций студентами выпускных курсов и средним баллом, набранным за весь период обучения.



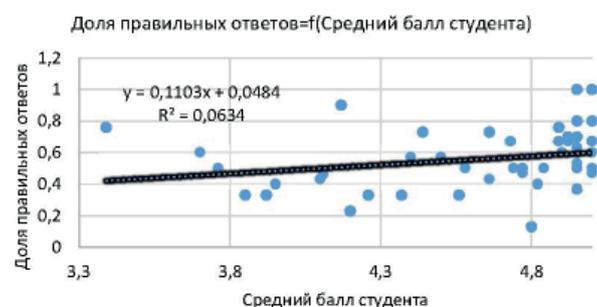
**Рис. 1.** Соотношение доли правильных ответов и среднего балла студента, специалист (Коэффициент корреляции  $r=0,24$ )

**Fig. 1.** Correlation of the proportion of correct answers and the average score of a student, Specialist degree (Correlation coefficient  $r=0,24$ )



**Рис. 2.** Соотношение доли правильных ответов и среднего балла студента, бакалавриат (Коэффициент корреляции  $r=0,23$ )

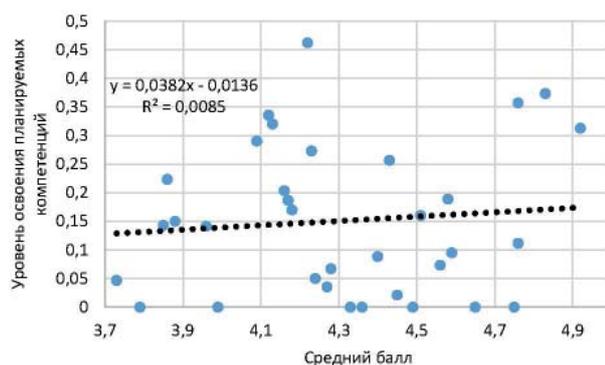
**Fig. 2.** Correlation of the proportion of correct answers and the average score of a student, Bachelor degree (Correlation coefficient  $r=0,23$ )



**Рис. 3.** Соотношение доли правильных ответов и среднего балла студента, магистратура (Коэффициент корреляции  $r=0,25$ )

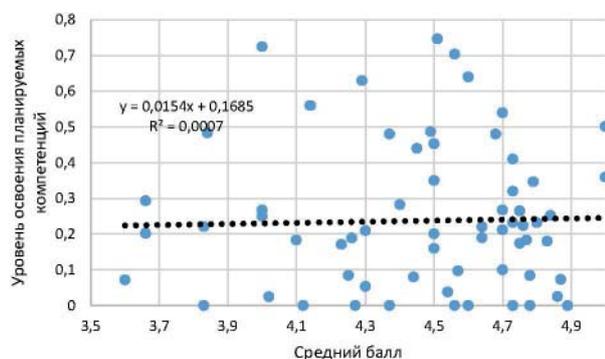
**Fig. 3.** Correlation of the proportion of correct answers and the average score of a student, Master degree (Correlation coefficient  $r=0,25$ )

Во втором этапе апробации системы оценки проанализирован уровень подготовленности студентов к профессиональной деятельности на основе обобщённого параметра, учитывающего как долю правильных ответов, данных студентом на вопросы тестов, так и «скорость реакции», характеризующую наличие у студента/выпускника навыков демонстрировать знания и свою осведомлённость об умениях (не практически, но устно или письменно).



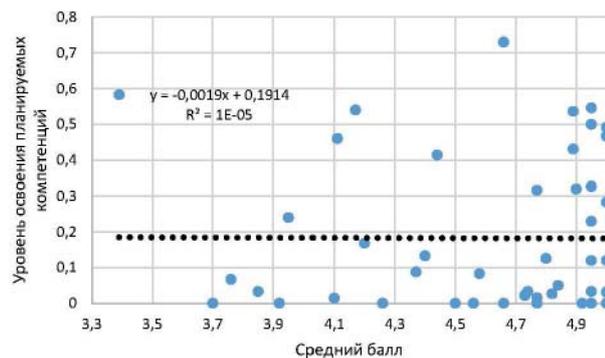
**Рис. 4.** Уровень освоения планируемых компетенций и среднего балла студента, специалист (Коэффициент корреляции  $r=0,092$ )

**Fig. 4.** Level of mastering of planned competencies and the average score of a student, Specialist degree (Correlation coefficient  $r=0,092$ )



**Рис. 5.** Уровень освоения планируемых компетенций и среднего балла студента, бакалавриат (Коэффициент корреляции  $r=0,026$ )

**Fig. 5.** Level of mastering of planned competencies and the average score of a student, Bachelor degree (Correlation coefficient  $r=0,026$ )



**Рис. 6.** Уровень освоения планируемых компетенций и среднего балла студента, магистратура (Коэффициент корреляции  $r=0,003$ )

**Fig. 6.** Level of mastering of planned competencies and the average score of a student, Master degree (Correlation coefficient  $r=0,003$ )

На основании результатов исследования можно предположить, что при обучении студентов основной акцент сделан на получение знаний, а также большее внимание уделяется

контролю знаний, а не способности действовать или даже правильно выбирать порядок действий в различных ситуациях (контроль умений и навыков). Это подтверждается относительно высоким средним баллом студентов и одновременно сравнительно невысокой оценкой уровня освоения компетенций.

Отсутствие корреляции между уровнями оценок результатов обучения, полученных при тестировании и на экзаменах, может означать также, что вопросы при тестировании, согласованные с экспертами, в числе которых были и представители производства, не соответствуют вопросам и ответам, используемым преподавателями при проведении экзаменов.

### Заключение

Предварительные результаты исследования уровня подготовленности студентов выпускных курсов к профессиональной деятельности на сравнительно небольших выборках свидетельствуют о том, что в настоящее время при реализации образовательных программ и контроле результатов обучения большее внимания уделяется знаниевой, а не деятельностной составляющей образования.

В отличие от традиционной экзаменационной системы оценивания, предложенная в данной статье система оценки уровня освоения студентом/выпускником запланированных компетенций выявляет его способность демонстрировать знания и навыки выбора правильного алгоритма действий.

При применении данной системы оценки следует также учитывать, что, если даже сту-

дент способен в процессе тестирования быстро выбрать верный алгоритм действий, это не свидетельствует о наличии у него навыков реальных практических действий.

Для более точной оценки степени подготовленности студента/выпускника к реальной, а тем более к успешной профессиональной инженерной деятельности необходимо учесть сведения (информацию) об опыте практической, производственной работы студента в период его обучения по программе инженерной подготовки (практики, стажировки, результаты практической деятельности).

Тем не менее использование системы количественной оценки уровня освоения студентами запланированных компетенций в процессе обучения продвигает нас к возможности регулировать качество образования в процессе обучения.

Немаловажным этапом формирования системы управления качеством образования является изучение различных факторов, оказывающих влияние на качество образования, таких как мотивация студентов, вовлечённость студентов в учебный процесс, профессионализм профессорско-преподавательского состава, научно-исследовательская деятельность студентов, практическая ориентированность учебного процесса и др. Дальнейшие исследования предполагают разработку системы количественной оценки результатов обучения с учётом роли этих факторов и использование её для создания адаптивной системы управления качеством высшего инженерного образования.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шматко Н.А. Компетенции инженерных кадров: опыт сравнительного исследования в России и странах ЕС // Форсайт. – 2012. – Т. 6. – № 4. – С. 32–47. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompetentsii-inzhenernyh-kadrov-opyt-sravnitel'nogo-issledovaniya-v-rossii-i-stranah-es> (дата обращения: 24.03.2022).
2. Pokholkov Y.P., Tolkacheva K.K. Why and how to engage students in the learning process // Proceedings of the 43rd SEFI Annual Conference 2015 – Diversity in Engineering Education: an Opportunity to Face the New Trends of Engineering, SEFI 2015. – Orleans, 2015. – P. 141–145.
3. Tolkacheva K.K., Pokholkov Yu.P., Kudryavtsev Yu.M. Role and choice of educational technologies in training of engineers // Kazan science. – 2014. – № 10. – P. 13–17.
4. Зинченко В.О. Качество учебного процесса как основа качества высшего образования // Царскосельские чтения. – 2016. – № XX. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kachestvo-uchebnogo-protssesa-kak-osnova-kachestva-vysshego-obrazovaniya> (дата обращения: 28.03.2022).
5. Толкачева К.К. Экспертный семинар как форма реализации целей проблемно-ориентированного обучения специалистов в области техники и технологии: дис. ... канд. пед. наук. – Казань, 2015. – 138 с.
6. «Об образовании в Российской Федерации». Федеральный закон № 273-ФЗ от 29 декабря 2012 года Ст. 2. П. 29. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/b819c620a8c698de35861ad4c9d9696ee0c3ee7a/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/b819c620a8c698de35861ad4c9d9696ee0c3ee7a/) (дата обращения: 28.03.2022).
7. ФГОС ВО (3++) по направлениям бакалавриата. URL: <https://fgosvo.ru/fgosvo/index/24> (дата обращения: 28.03.2022).

8. Гусятников В.Н., Безруков А.И., Каюкова И.В. Количественные методы оценки уровня компетенций для систем управления качеством образования // Современные технологии управления. – 2015. – № 3 (51). – Номер статьи 5105. URL: <https://sovman.ru/article/5105/> (дата обращения: 21.03.2022).
9. К вопросу об оценке качества инженерного образования / В.А. Болотов, Е.Ю. Карданова, Е.С. Енчикова, Н.В. Илюшина, В.Г. Наводнов // Высшее образование сегодня. – 2015. – № 6. – С. 3–8. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24146980> (дата обращения: 28.03.2022).
10. Оценка качества инженерного образования в элитных и неэлитных вузах России / Н.В. Илюшина, Е.Ю. Карданова, И.С. Чириков, Е.Д. Рылько. URL: [https://iro.hse.ru/data/2016/08/02/1119853420/Оценка\\_качества\\_инженерного\\_образования\\_в\\_элитных\\_и\\_неэлитных\\_вузах\\_России.pdf](https://iro.hse.ru/data/2016/08/02/1119853420/Оценка_качества_инженерного_образования_в_элитных_и_неэлитных_вузах_России.pdf) (дата обращения: 28.03.2022).
11. Новиков А.М., Новиков Д.А. Как оценивать качество образования? // Сайт академика РАО Новикова А.М. URL: [http://www.anovikov.ru/artikle/kacth\\_obr.htm](http://www.anovikov.ru/artikle/kacth_obr.htm) (дата обращения: 28.03.2022).
12. Сергеева С.Ю., Обревко Е.Д. Современные подходы и методы оценки качества образования // Молодой ученый. – 2019. – № 37 (275). – С. 162–165. URL: <https://moluch.ru/archive/275/62424> (дата обращения: 28.03.2022).

Дата поступления: 31.03.2022 г.

UDC 378

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_5

## COMPREHENSIVE APPROACH TO THE ASSESSMENT OF THE LEVEL OF STUDENTS' MASTERING OF THE PLANNED COMPETENCES

**Yury P. Pokholkov**<sup>1,2</sup>,

Dr. Sc., professor, head of the Research Center for Management and Technologies in Higher Education; president, pyuori@mail.ru

**Igor O. Muravlev**<sup>1</sup>,

Cand. Sc., associate professor, head of Department, iom@tpu.ru

**Valery A. Zhadan**<sup>1</sup>,

Cand. Sc., information security engineer, zhadanva @tpu.ru

**Olga Yu. Korneva**<sup>1</sup>,

Cand. Sc., associate professor, kornevaoyur@tpu.ru

**Maria Yu. Chervach**<sup>1</sup>,

leading expert, chervachm@tpu.ru

**Galina N. Klimova**<sup>1</sup>,

Cand. Sc., associate professor, expert, gariki@tpu.ru

**Liliya A. Leonova**<sup>1</sup>,

Cand. Sc., associate professor, leading expert, leonovala@tpu.ru

**Yulia A. Maksimova**<sup>1</sup>,

senior lecturer, leading expert, yam3@tpu.ru

**Anna A. Pershina**<sup>1</sup>,

Cand. Sc., associate professor, haydarova@tpu.ru

**Olesya V. Savinova**<sup>1</sup>,

Cand. Sc., associate professor, expert, logvinenkoov@ tpu.ru

**Sergei A. Stepanov**<sup>1</sup>,

Cand. Sc., associate professor, expert, stepanovsa@tpu.ru

<sup>1</sup> National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russia

<sup>2</sup> LLC «Association for Engineering Education of Russia», 6, bld. 21, Leninsky avenue, Moscow, 119991, Russia.

The article describes methodological approaches and tools for quantitative assessment of the main element of the quality of engineering education – the level of mastering by students/graduates of the competencies necessary for successful professional engineering activities. The authors propose an algorithm of actions and a mathematical apparatus for quantifying the level of preparedness of students/graduates for professional engineering activities in the learning process for undergraduate, specialist and master's programs in the field of engineering and technology. An optimal (in terms of quantity), unified list of invariant competencies for

a specialist with a higher education working in the field of engineering and technology has been developed and agreed with the main stakeholders of engineering education. Methodological approaches to testing students in order to assess the level of their preparedness for real engineering activities have been identified and agreed with representatives of stakeholders. The results of a study of the level of preparedness of future engineers for successful professional engineering activities were carried out and presented based on the analysis of the development of two competencies by graduate students of bachelor's, specialist's and master's programs in six areas of training. The level of mastering the planned competencies by students is considered both as a result of training and as an essential component of the quality of engineering education.

**Key words:** *engineering education, quality of engineering education, learning outcomes assessment, invariant competencies, professional engineering activity.*

## REFERENCES

1. Shmatko N. Competences of engineers: evidence from a comparative study for Russia and EU countries. *FORESIGHT-RUSSIA*, 2012, vol. 6, no. 4, pp. 32–47. In Rus. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompetentsii-inzheneryh-kadrov-opyt-sravnitel'nogo-issledovaniya-v-rossii-i-stranah-es> (accessed: 24 March 2022).
2. Pokholkov Y.P., Tolkacheva K.K. Why and how to engage students in the learning process. *Proceedings of the 43<sup>rd</sup> SEFI Annual Conference 2015 – Diversity in Engineering Education: An Opportunity to Face the New Trends of Engineering*, SEFI 2015. Orleans, 2015. pp. 141–145.
3. Tolkacheva K.K., Pokholkov Yu.P., Kudryavtsev Yu.M. Role and choice of educational technologies in training of engineers. *Kazan science*, 2014, no. 10, pp. 13–17.
4. Zinchenko V.O. Kachestvo uchebnogo protsesa kak osnova kachestva vysshego obrazovaniya [The quality of the educational process as a basis for the quality of higher education]. *Tsarskoselskie chteniya*, 2016, no. XX. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/kachestvo-uchebnogo-protsesa-kak-osnova-kachestva-vysshego-obrazovaniya> (accessed: 28 March 2022).
5. Tolkacheva K.K. *Ekspertny seminar kak forma realizatsii tseley problemno-orientirovannogo obucheniya spetsialistov v oblasti tekhniki i tekhnologii*. Dis. 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.]. Kazan, 2015. 138 p.
6. «Ob obrazovanii v Rossiyskoy Federatsii». Federalnyy zakon № 273-FZ ot 29 dekabrya 2012 goda St. 2. P. 29 [«On Education in the Russian Federation». Federal Law No. 273-FL of December 29, 2012 Art. 2. P. 29.]. Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174b819c620a8c698de35861ad4c9d9696ee0c3ee7a/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174b819c620a8c698de35861ad4c9d9696ee0c3ee7a/) (accessed: 28 March 2022).
7. *FGOS VO (3++) po napravleniyam bakalavriata* [Federal State Educational Standard of Higher Education (3++) in the areas of undergraduate studies]. Available at: <https://fgosvo.ru/fgosvo/index/24> (accessed: 28 March 2022).
8. Gusyatnikov V.N., Bezrukov A.I., Kayukova I.V. Kolichestvennye metody otsenki urovnya kompetentsiy dlya sistem upravleniya kachestvom obrazovaniya [Quantitative methods for assessing the level of competencies for education quality management systems]. *Sovremennye tekhnologii upravleniya*, 2015, no. 3 (51), 5105. Available at: <https://sovman.ru/article/5105/> (accessed: 21 March 2022).
9. Bolotov V.A., Kardanova E.Yu., Enchikova E.S., Ilyushina N.V., Navodnov V.G. K voprosu ob otsenke kachestva inzhenernogo obrazovaniya [On the issue of assessing the quality of engineering education]. *Vyshee obrazovanie segodnya*, 2015, no. 6, pp. 3–8. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24146980> (accessed: 28 March 2022).
10. Ilyushina N.V., Kardanova E.Yu., Chirikov I.S., Rylko E.D. *Otsenka kachestva inzhenernogo obrazovaniya v elitnykh i neelitnykh vuzakh Rossii* [Assessment of the quality of engineering education in elite and non-elite universities in Russia]. Available at: [https://iro.hse.ru/data/2016/08/02/1119853420/Otsenka\\_kachestva\\_inzhenernogo\\_obrazovaniya\\_v\\_elitnykh\\_i\\_neelitnykh\\_vuzakh\\_Rossii.pdf](https://iro.hse.ru/data/2016/08/02/1119853420/Otsenka_kachestva_inzhenernogo_obrazovaniya_v_elitnykh_i_neelitnykh_vuzakh_Rossii.pdf) (accessed: 28 March 2022).
11. Novikov A.M., Novikov D.A. Kak otsenivat kachestvo obrazovaniya? [How to assess the quality of education?]. *Sayt akademika RAO Novikova A.M.* Available at: [http://www.anovikov.ru/ricle/kacth\\_obr.htm](http://www.anovikov.ru/ricle/kacth_obr.htm) (accessed: 28 March 2022).
12. Sergeeva S.Yu., Obrevko E.D. Sovremennye podkhody i metody otsenki kachestva obrazovaniya [Modern approaches and methods for assessing the quality of education]. *Molodoy ucheny*, 2019, no. 37 (275), pp. 162–165. Available at: <https://moluch.ru/archive/275/62424> (accessed: 28 March 2022).

Received: 31 March 2022.

УДК 378

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_6

## ОНТОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ИНЖЕНЕРЕ ИННОВАЦИОННОГО ТИПА

**Кондратьев Владимир Владимирович,**

доктор педагогических наук, профессор, начальник Центра переподготовки и повышения квалификации преподавателей вузов им. А.А. Кирсанова, заведующий кафедрой методологии инженерной деятельности, KondratevVV@corp.knrtu.ru

**Казакова Ульяна Александровна,**

доктор педагогических наук, кандидат психологических наук, доцент, доцент кафедры методологии инженерной деятельности, kazakova-ulyana@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1999-8064>

Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия, 420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, 68.

Актуальность исследования обусловлена сложившейся социально-экономической обстановкой в нашей стране и в мире в целом; востребованностью со стороны общества и государства в высококвалифицированных специалистах нового типа; негативным мнением со стороны представителей промышленного сектора относительно качества и уровня профессиональной подготовленности выпускников технических вузов – начинающих инженеров. Цель исследования – рассмотреть сущность, эволюцию, условия и закономерности становления представлений в науке и обществе об инновационном инжиниринге и об инженере будущего – инженере инновационного типа. Представлены актуальные мнения современных исследователей о понятии «инновация»; рассмотрены современные тенденции в области инженерной педагогики; уделено внимание изучению перспектив развития инновационного инжиниринга; детализированы и уточнены функции инновационного инженера; определена траектория образовательной деятельности преподавателей высших учебных заведений технического профиля; определены этапы достижения инновационного продукта; установлена ведущая роль специалиста промышленной отрасли инновационного типа; определён вклад исследователей различных научных отраслей (экономистов, экологов, маркетологов, юристов, социологов и психологов и др.) в процесс проектирования и внедрения в производственную практику инновационных разработок. Особое внимание в представленном научном материале отводится рассмотрению значимости вклада преподавателей технических вузов в процесс воспитания и обучения будущих инженеров, так как именно педагоги – носители культуры – находятся в непосредственном взаимодействии со студентами и формируют в их сознании ценности и ценностные ориентации, нравственные установки, моральные принципы и образ жизни.

**Ключевые слова:** Инновация, инновационный инженер, квалификация, технический вуз, преподаватели высшей школы.

По мнению современных исследователей, в области социологии и экономики мировое промышленное производство переживает этап перехода на пятый технологический уклад, а в некоторых отраслях входит даже на шестой. Реализация прохождения пятого технологического уклада в определённых производственных сферах ещё полвека назад представлялась невозможной: эволюция промышленного сектора подводит некоторые отрасли к качественно новым формам и содержанию; совершенствование научно-технических отраслей детерминировано непрерывно усложняющимися условиями, объектами и технологиями; степень материальных затрат на тот или иной проект всё в большей степени зависит от профессионализма исполнителей [1].

В научной литературе обнаруживается целый ряд представлений об онтологии понятия «инновация»:

- способ, инструмент предпринимателей, применяемый с целью организации и притворения в жизнь новых видов услуг (финансовые, экономические, промышленные и др.) (П.Ф. Друкер) [2];
- процесс, в ходе реализации которого новый продукт приобретает экономическую значимость (Б. Твисс, Б. Санто) [3];
- изменения в структуре производственного объекта или цикла, приводящие к радикальным преобразованиям его структуры и переходу к новому состоянию и функциям (промышленная продукция, производственные средства и технологии, квалификаци-

онные требования к исполнителям, организационным и управленческим структурам) как положительного, так и отрицательного характера (Ф. Валента) [4];

- определение новых, актуальных сложившихся социально-экономических условий, целей и способов их оптимального воплощения в реальность (Р.Б. Таккер) [5];
- комплекс технических и технологических способов реализации производственного процесса, способствующих созданию новых промышленных циклов и оборудованию (Ф. Никсон) [6];
- новая научная, специальным образом организованная совокупность производственных объектов, соответствующая актуальным предпринимательским требованиям и интересам (Й. Шумпетер) [7];
- образ, идея или их совокупность, созданные субъектом(и) деятельности и обладающие новыми признаками, свойствами и качествами, отличающимися от существующих, идентичных феноменов (С. Ройтман, О. Фиговский) [8];
- целенаправленный процесс по достижению в непродолжительные сроки производственного результата, обладающего высокой степенью полезности для социального общества (И.В. Афонин) [9];
- производственный объект как результат научно-практического исследования или проекта, открытия, качественно отличающийся от действующих аналогичных феноменов (В.Г. Медынский, С.В. Ильдеменов) [10];
- изменения организационного, управленческого или производственного характера, отличающиеся от реализующихся процессов и действующих объектов в данной отрасли (Ю.П. Морозов) [11];
- инноватика – отрасль педагогической науки, обладающая собственным методологическим аппаратом (цели, задачи, объект и предмет, методы исследования), комплексом мер и способов, синергетически взаимосвязанными и направленными на создание нового образовательно и социально значимого результата (Н.Р. Юсуфбекова) [12].

Анализ перечисленных мнений предоставляет возможность предположить, что *инновация* – это финальный результат интеграции нововведения в реализующийся процесс, направленный на достижение поставленной цели оптимальными способами в установ-

ленные временные рамки и обладающий социальной, организационно-управленческой, административной, экономической, финансовой, экологической, научно-технической или иного вида значимостью.

В цикле получения инновационного результата нужно выделить следующие необходимые этапы:

- выявление актуальных потребностей во внедрении изменений в реализующийся целенаправленный процесс;
- мониторинг реальной ситуации;
- определение, формулировка, проектирование и разработка нововведения;
- реализация организационно-управленческих мероприятий по внедрению/апробации инновации;
- процесс применения инновации на практике;
- праксиологическое закрепление инновации в практической деятельности и её адаптация к постоянному применению [13–18].

В свою очередь, нерациональное увеличение сроков внедрения инноваций (нового продукта), искусственное торможение их интеграции в практику приводит к ряду негативных последствий: снижению эффективности реализуемого процесса; увеличению ресурсных и трудовых затрат; разрастанию объёмов процесса и снижению оптимальных сроков его организации и реализации; отдалению финальной цели и частных результатов; увеличению себестоимости; росту дополнительных, сопутствующих расходов и др.

Рассматривая инновации в производственной сфере, необходимо представлять, что вкладывается в понимание сущности производственного процесса: «Производственная деятельность – совокупность действий работников с применением средств труда, необходимых для превращения ресурсов в готовую продукцию, включающих в себя производство и переработку различных видов сырья, строительство, оказание различных видов услуг» [19].

Исследуя сущность производственных процессов, современные учёные [20] отмечают, что инновационный характер разработок достигается совместным трудом научных работников и инженеров, реализующих совместную деятельность в различных научно-производственных системах. При этом участие каждого отдельного учёного в создании конкретного инновационного продукта носит опосредованный характер; один и тот

же результат может быть использован сразу в нескольких системах, что требует его адаптации к каждому конкретному проекту.

Отдельно следует обратить внимание на то, что инновационный инженер, в отличие от учёного-исследователя, несёт ответственность за качество полученной разработки и её эффективное применение на практике, в производственном процессе на протяжении установленного срока службы (гарантийный срок). Работа инженеров по проектированию и воплощению в реальность инновационного объекта обусловлена его спецификой и долей вложения труда производителя в весь цикл трансформации идеи, замысла инновационного результата в востребованный на экономическом и промышленном рынках продукт.

Универсальным вариантом инновационного феномена является такое его практическое структурно-функциональное воплощение, которое синергетически аккумулирует и комбинирует уже известные проектные решения, действующие разработки, схемы и планы действий, заимствованные из различных научных областей (системные сегменты, функциональные точки (узлы), схемы, модели, интеграция и синтез системных компонентов и др.).

Тем не менее необходимо принимать во внимание, что имеющиеся возможности не всегда соответствуют требованиям, возникающим в процессе разработки инновационного объекта; часто недостаточно известных решений и технологий для достижения желаемого результата. В данном случае недостающие идеи, информация, методы и средства, необходимые для проектирования и апробации инновационной разработки, становятся объектами совместной научно-исследовательской деятельности учёных и инженеров. При этом в функции задействованных инженеров включается разработка условий, методов и способов получения нового, несуществующего продукта, что переводит их в категорию «инновационных инженеров». Они определяют направления деятельности, свод технических требований, этапы реализации; прогнозируют практическую эффективность, экологические последствия, финансово-экономическую рентабельность, социальную востребованность и политический резонанс [21–23].

В целом инновационный инжиниринг – это системный целенаправленный процесс, консолидирующий всех субъектов деятельности на исполнительском уровне, иными словами,

все участники взаимодействуют на паритетных началах и объединяют свои действия для достижения единой генеральной цели – получения инновационного продукта. Однако центральной фигурой на стадии разработки инновационного проекта является инженер: при поэтапной реализации инновационного процесса крайне значимо рационально применять достижения науки и техники, учитывать закон природосообразности, расходовать социальные и производственные ресурсы. Основная задача инновационного инженера на данном этапе – создание функциональной модели инновационного продукта.

Преподавателям в процессе реализации образовательной деятельности в высших технических учебных заведениях необходимо формировать у будущих инженеров навыки творческого мышления, готовность к разработке и принятию нестандартных решений, чувство ответственности за результаты и последствия своего труда. Преподаватели технических дисциплин должны обладать комплексным представлением о содержании деятельности будущих выпускников и, исходя из её наполнения, планировать содержательный компонент учебного материала [24, 25].

В набор функций инновационного инженера по пути к достижению установленного результата входят:

- разработка идеи инновационного продукта;
- поэтапное проектирование, апробация и внедрение научно-практического замысла;
- документальное оформление инновационного проекта;
- верификация разработанной модели и плана действий, стратегии с привлечением ученых и экспертов из различных областей научно-технического знания;
- проведение анализа социального спроса на разрабатываемый продукт и причин его отсутствия;
- анализ соответствия предлагаемой инновации социальному спросу, необходимым потребительским свойствам, производственной необходимости;
- прогнозирование вероятных траекторий развития технических систем, в рамках которых инновационный объект будет реализовываться, а также проверка, коррекция и адаптация его свойств к изменяющимся условиям и требованиям;
- проработка вероятных последствий от внедрения инновационного продукта (эко-

- логических, социальных, экономических и др.);
- оценка потенциального экономического результата относительно финансовых и трудовых затрат на его производство, срока эксплуатации и последующей утилизации;
  - определение границ базисного развития нового изделия для оценки возможностей его текущей и перспективной рыночной адаптации;
  - проведение предварительного диагностирования комплекса функций инновационного изделия с учётом его значимых свойств и востребованных характеристик;
  - определение перспектив дальнейшей научно-исследовательской работы по совершенствованию и расширению поля, диапазона промышленного применения инновационного продукта, оформление (по результатам проделанной проектной работы) технического задания;
  - выявление противоречий (организационно-управленческих, административных, юридических, финансово-экономических, технических, социально-психологических и др.), препятствующих сокращению сроков и затрат на создание и внедрение инновационного продукта в производственную практику, а также проектирование изобретательских решений по их разрешению;
  - проведение патентоведческой экспертизы разработки и её проверка на «патентную чистоту», выстраивание стратегии патентной защиты и процедуры патентования;
  - изучение соответствия нового продукта со стороны отраслевых, региональных, национальных, федеральных и международных стандартов, нормативных документов, законодательных актов, а также частных требований и интересов потребителей;
  - конструирование вариативных моделей инновационного продукта с целью создания его адаптивных аналогов;
  - коррекция системного проектирования инновационного объекта: его структурно-функциональный состав, соответствие техническим требованиям и установленным стандартам эксплуатации, учет мнения экспертной группы, социально-экономической актуальности, маркетингового спроса;
  - определение набора возможно заменяемых компонентов инновационного изделия имеющимися и применяемыми в промышленности на данный момент;
  - верификация системного взаимодействия, совместимости всех элементов инновационной разработки; проверка её работоспособности и результативности функционирования;
  - обеспечение всестороннего испытания pilotной модели инновационного проекта, всей технической системы, обеспечивающей работу нового объекта, внесение необходимых корректировок, повышающих его эффективность;
  - формирование пакета технической документации (чертежи, эскизы, макеты, схемы, сопроводительные письма, комментарии, оценки и мнения экспертов, акты внедрения и т. д.), информационного программного обеспечения, определение вектора и перспектив дальнейшего совершенствования и модернизации полученного инновационного продукта [26–28].
- Учитывая, что высокоэффективную экономику и конкурентоспособное производство создают разработчики новых идей – инженеры, то в спектр их профессиональных компетенций входят знания основ методологии инженерной деятельности, умения прогнозирования вероятных социально-экономических, экологических, маркетинговых рисков и возможностей, навыки принятия организационно-управленческих решений в условиях неопределённости и готовность нести ответственность за свои действия. Тем не менее на сегодня представители подавляющего большинства промышленных отраслей отмечают снижение уровня профессиональной подготовленности молодых инженеров, не говоря об их мотивированности и способности к созданию и претворению в жизнь инновационных проектов [29, 30].
- Современные исследователи в области инженерного образования отмечают, что «разработка профессиональных стандартов возложена на работодателей – на их союзы, ассоциации, госкорпорации и т. д. Академическому сообществу позволено участвовать в этой работе лишь в той мере, в какой это приемлемо для работодателей. В результате голос высшей школы в части содержания ПС звучит «тоньше писка». Между тем утверждённые ПС в подавляющем большинстве фиксируют сложившееся разделение труда в промышленности, сегодняшние трудовые функции, предметы и средства деятельности, принятые ныне перечни должностей, корреспондирующие с ранее действовавшими нормативными доку-

ментами в сфере квалификаций – ЕТКС и ЕКС должностей руководителей и специалистов. А потому они, по сути, консервируют наше технологическое отставание в целом ряде сфер промышленного производства» [31. С. 63].

Работодатели ждут от выпускников высшей школы технического профиля высокой профессиональной квалификации, готовности к системному мышлению, владения инновационными компетенциями, мотивированности на новейшие достижения науки и техники, разработку и внедрение в производство перспективных технологий, создание и апплицирование новых форм управления, организации и администрирования, умений эффективно трудиться в актуальных условиях цифровой экономики и разделения труда. В Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации» № 273 от 29.12.2012 г. рассматриваемое понятие определяется следующим образом: «квалификация – уровень знаний, умений, навыков и компетенции, характеризующий подготовленность к выполнению определённого вида профессиональной деятельности» [32]. Современный инженер должен обладать высоким интеллектуально-творческим потенциалом, не ограничивающимся компетенциями, приобретёнными в ходе обучения в вузе, владеть широким кругозором, перспективным мировоззрением, иметь представления о мировых тенденциях развития науки и техники. Инновационная деятельность в своей сущности обладает системными, комплексными, интегративными и междисциплинарными свойствами, предполагает умения субъекта сотрудничать и взаимодействовать с представителями, специ-

алистами и экспертами различных отраслей: экономики, менеджмента, юриспруденции, промышленности и т. д.

Таким образом, инновационный путь развития на каждом историческом этапе эволюции социального общества в целом, каждого отдельного государства, научной отрасли, промышленного сектора носит многоуровневый поливариантный характер, в основе которого заложена целенаправленная организованная совместная деятельность учёных-исследователей и инженеров-практиков – непосредственных исполнителей. Процесс по проектированию и воплощению нового продукта детерминирован сводом правил, рекомендаций и условий, регламентированных инновационным инжинирингом, а ведущая роль по его реализации отводится инженеру, чьи профессиональные функции дополнены участием в маркетинговом планировании, разработкой перспективного технического задания по усовершенствованию полученного продукта, прогнозированием его экономической эффективности, социальной и промышленной востребованности.

Следовательно, на преподавателей высших учебных заведений технического профиля возлагается достижение особой цели – воспитание, формирование, профессиональная подготовка специалистов будущего – инновационных инженеров, что обуславливает необходимость непрерывного саморазвития и самосовершенствования представителей профессорско-преподавательского состава вузов, проявление энтузиазма и творческого подхода к образовательной деятельности, активное участие в социальной жизни общества.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шейнбаум В.С., Пятибратов П.В. Развитие компетенций системного мышления и ответственности студентов при проектировании инженерной деятельности // Казанский педагогический журнал. – 2021. – № 2. – С. 71–80.
2. Друкер П. Бизнес и инновации. – М.: Вильямс, 2007. – 423 с.
3. Твисс Б. Управление научно-техническими нововведениями – М.: Экономика, 1989. – 271 с.
4. Валента Ф. Управление инновациями. – М.: Прогресс, 1985. – 137 с.
5. Такер Р.Б. Инновации как формула роста. Новое будущее ведущих компаний. – М.: Олимп-бизнес, 2006. – 224 с.
6. Никсон Ф. Роль руководства предприятия в обеспечении качества и надежности. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 230 р.
7. Шумпетер Й. Теория экономического развития: Исследования предпринимательской прибыли, капитала, кредита и цикла конъюнктуры. – М.: Прогресс, 1982. – 455 с.
8. Левков К.А., Фиговский О.А. Инновационный процесс и инновационный инженер. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnyy-protsess-i-innovatsionnyy-inzhener/viewer> (дата обращения: 01.01.2022).
9. Афонин И.В. Инновационный менеджмент – М.: Гардарика, 2005. – 224 с.
10. Медынский В.Г., Ильдеменов С.В. Реинжиниринг инновационного предпринимательства. – М.: ЮНИТИ, 1999. – 414 с.

11. Морозов Ю.П. Инновационный менеджмент. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 446 с.
12. Юсуфбекова Н.Р. Общие основы педагогической инноватики: опыт разработки теории инновационных процессов в образовании. – М.: Педагогическое общество, 1991. – 91 с.
13. Мартынов В.Г., Кошелев В.Н., Душин А.В. Современный вызов для нефтегазового образования // Высшее образование в России. – 2020. – № 12. – С. 10–20.
14. Подготовка преподавателей технических дисциплин к получению звания «Международный инженер-педагог» (ING-PAED IGIP) на современном этапе / А.Н. Соловьев, В.М. Приходько, Л.Г. Петрова, Е.И. Макаренко // Инновационные технологии в транспортном и химическом машиностроении: XII международная научно-техническая конференция ассоциации технологов-машиностроителей. – Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, 2020. – С. 186–190.
15. Токтарова В.И., Ефимова В.Г. Адаптивные системы обучения: содержательная и сравнительная характеристика // Цифровые инструменты в образовании: электронный сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции. – Сургут, РИО БУ «Сургутский государственный педагогический университет», 2021. – С. 94–96.
16. Токтарова В.И., Пашкова Ю.А. Предиктивная аналитика в цифровом образовании: анализ и оценка успешности обучения студентов // Сибирский педагогический журнал. – 2022. – № 1. – С. 97–106.
17. Danilaeв D.P., Malivanov N.N. Technological education and engineering pedagogy // Education Sciences and Psychology. – 2020. – № 22 (3). – P. 55–82. DOI: 10.17853/1994-5639-2020-3-55-82
18. New concept of engineering education for sustainable development of society / R. Dreher, V.V. Kondratyev, U.A. Kazakova, M.N. Kuznetsova // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2021. – V. 1329. – P. 819–831.
19. «О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации». Федеральный закон от 02.07.2021 N 311-ФЗ. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_389002/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389002/) (дата обращения: 01.01.2022).
20. Левков К.Л., Фиговский О.Л. К вопросу подготовки инновационных инженеров // Методолог. URL: <http://www.metodolog.ru/node/600> (дата обращения: 01.01.2022).
21. IT and educational environment of an Engineering University / G. Ivshina, Y. Ivshin, T. Polyakova, V. Prikhodko // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2020. – V. 916. – P. 935–945.
22. Kondratyev V.V., Kazakova U.A., Kuznetsova M.N. Features of the system of advanced training and professional retraining of educators of higher technical schools in modern conditions // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2021. – V. 1329. – P. 24–35.
23. Данилаев Д.П., Маливанов Н.Н. Технологическое образование и инженерная педагогика // Образование и наука. – 2020. – Т. 22. – № 3. – С. 55–82.
24. Kazakova U.A., Kondratyev V.V., Kuznetsova M.N. Priorities of vocational training of educators of engineering universities in the formation of their psychological and pedagogical competency // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – V. 390. – С. 644–653.
25. Kondratyev V.V., Kazakova U.A., Kuznetsova M.N. Development and implementation of the module «Engineering, education and pedagogy in industry 4.0» in the structure of the curriculum «Innovative pedagogy for teachers of engineering universities» (IPET) // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – V. 390. – P. 632–643.
26. Концепция инженерного образования для устойчивого развития общества / Р. Дреер, В.В. Кондратьев, У.А. Казакова, М.Н. Кузнецова // Инновационные технологии в транспортном и химическом машиностроении. Материалы XII Международной научно-технической конференции Ассоциации технологов-машиностроителей. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2020. – С. 191–195.
27. Prikhodko V., Polyakova T. IGIP prototype curriculum, teachers' professional development and distance education in Russia during COVID-19 pandemic // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2021. – V. 1329. – P. 36–43.
28. Бедный Б.И., Рыбаков Н.В., Ходеева Н.А. Практико-ориентированные аспирантские программы и профессиональные степени: анализ зарубежного опыта // Университетское управление: практика и анализ. – 2021. – Т. 25. – № 3. – С. 70–81.
29. Галиханов М.Ф., Казакова У.А., Мищенко Е.С. Психолого-педагогическая подготовка преподавателей инженерных вузов в рамках дополнительного профессионального образования // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2020. – № 3 (77). – С. 111–121.
30. Реализация междисциплинарного обучения в виртуальной среде проектной и производственной деятельности / В.Г. Мартынов, В.С. Шейнбаум, П.В. Пятибратов, С.А. Сардашавили // Инженерное образование. – 2014. – № 14. – С. 5–11.
31. Шейнбаум В.С. Междисциплинарное деятельностное обучение в виртуальной среде инженерной деятельности: состояние и перспективы // Высшее образование в России. – 2017. – № 11. – С. 61–68.
32. «Об образовании в Российской Федерации». Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 16.04.2022) URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=414896&dst=100913#N8HА07TGiWc7KFYY1> (дата обращения: 01.01.2022).

Дата поступления: 11.02.2022 г.

UDC 378

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_6

## ONTOLOGY OF FORMING THE IMAGE OF INNOVATIVE ENGINEER

**Vladimir V. Kondratyev,**

Dr. Sc., professor, head of the Center for Retraining and Advanced Training of Educators of Universities named after A.A. Kirsanov, head of the Department of Methodology of Engineering Activities, KondratevVV@corp.knrtu.ru

**Ulyana A. Kazakova,**

Dr. Sc., Cand. Sc., associate professor, kazakova-ulyana@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1999-8064>

Kazan National Research Technological University,  
68, Karl Marx street, Kazan, 420015, Russia.

The relevance of the study is caused by the current socio-economic situation in our country and in the world as a whole; demand for highly qualified specialists of a new type by the society and the state; negative opinion of the part of representatives of the industrial sector about the quality and level of professional training of graduates of technical universities – innovative engineers. The purpose of the study is to consider the essence, evolution, conditions and patterns of formation of ideas in science and society about innovative engineering and the engineer of the future – an innovative type. The article presents the current opinions of modern researchers on the concept of «innovation»; modern trends in the field of engineering pedagogy are considered; attention is paid to studying the prospects for the development of innovative engineering; the functions of an innovative engineer are detailed and clarified; the trajectory of the educational activities of teachers of higher educational institutions of a technical profile was determined; the stages of achieving an innovative product are determined; the leading role of a specialist in the industrial sector of an innovative type was established; the contribution of researchers from various scientific fields (economists, ecologists, marketers, lawyers, sociologists and psychologists, etc.) to the process of designing and introducing innovative developments into production practice is determined. Particular attention in the presented scientific material is given to the consideration of the importance of teachers of technical universities in the process of educating and training future engineers, since it is teachers – carriers of culture – who are in direct interaction with students and form in their minds values and value orientations, moral attitudes, moral principles and lifestyle.

**Key words:** Innovation, innovative engineer, qualification, technical university, higher school educators.

### REFERENCES

1. Sheinbaum V., Pyatibratov P. Development of competencies of systems thinking and responsibility of students in the design of engineering activities. *Kazanskiy pedagogicheskiy zhurnal*, 2021, no. 2, pp. 71–80. In Rus.
2. Druker P. *Biznes i innovatsii* [Business and innovation]. Moscow, Vilyams Publ., 2007. 423 p.
3. Tvis B. *Upravlenie nauchno-tekhnicheskimi novovvedeniyami* [Management of scientific and technical innovations]. Moscow, Ekonomika Publ., 1989. 271 p.
4. Valenta F. *Upravlenie innovatsiyami* [Management of innovations]. Moscow, Progress Publ., 1985. 137 p.
5. Taker R.B. *Innovatsii kak formula rosta. Novoe budushchee vedushchikh kompaniy* [Innovation as a formula for growth. The new future of leading companies]. Moscow, Olimp-biznes Publ., 2006. 224 p.
6. Nikson F. *Rol rukovodstva predpriyatiya v obespechenii kachestva i nadezhnosti* [The role of enterprise management in ensuring quality and reliability]. Moscow, Izdatelstvo standartov, 1990. 230 p.
7. Shumpeter Y. *Teoriya ekonomicheskogo razvitiya: issledovaniya predprinimatelskoy pribyli, kapitala, kredita i tsikla konyunktury* [Theory of economic development: studies of entrepreneurial profit, capital, credit and business cycle]. Moscow, Progress Publ., 1982. 455 p.
8. Levkov K.L., Figovskiy O.L. *Innovatsionny protsess i innovatsionny inzhener* [Innovation process and innovation engineer]. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnyy-protsess-i-innovatsionnyy-inzhener/viewer> (accessed: 1 January 2022).
9. Afonin I.V. *Innovatsionny menedzhment* [Innovation management]. Moscow, Gardarika Publ., 2005. 224 p.
10. Medynskiy V.G., Ildemenov S.V. *Reinzhiniring innovatsionnogo predprinimatelstva* [Reengineering of innovative entrepreneurship]. Moscow, YuNITI Publ., 1999. 414 p.

11. Morozov Yu.P. *Innovatsionny menedzhment* [Innovation management]. Moscow, YuNITI-DANA Publ., 2000. 446 p.
12. Yusufbekova N.R. *Obshchie osnovy pedagogicheskoy innovatiki: opyt razrabotki teorii innovatsionnykh protsessov v obrazovanii* [General foundations of pedagogical innovation: experience in developing the theory of innovative processes in education]. Moscow, Pedagogicheskoe obshchestvo Publ., 1991. 91 p.
13. Martynov V.G., Koshelev V.N., Dushin A.V. Modern challenges for oil and gas education. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2020, no. 12, pp. 10–20. In Rus.
14. Solovyev A.N., Prikhodko V.M., Petrova L.G., Makarenko E.I. Podgotovka prepodavateley tekhnicheskikh distsiplin k polucheniyu zvaniya «Mezhdunarodny inzhener-pedagog» (ING-PAED IGIP) na sovremennom etape [Training of teachers of technical disciplines to obtain the title of «International Engineer-Teacher» (ING-PAED IGIP) at the present stage]. *XII Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya assotsiatsii tekhnologov-mashinostroiteley. Innovatsionnye tekhnologii v transportnom i khimicheskome mashinostroyenii* [XII International Scientific and Technical Conference of the Association of Mechanical Engineering Technologists. Innovative Technologies in Transport and Chemical Engineering]. Tambov, TGTU Publ., 2020. pp. 186–190.
15. Toktarova V.I., Efimova V.G. Adaptivnye sistemy obucheniya: sodержatel'naya i sravnitel'naya kharakteristika [Adaptive learning systems: content and comparative characteristics]. *Tsifrovye instrumenty v obrazovanii: elektronny sbornik statey po materialam Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Digital tools in education: an electronic collection of articles based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Surgut, Surgut State Pedagogical University Publ., 2021. pp. 94–96.
16. Toktarova V.I., Pashkova Yu.A. Prediktivnaya analitika v tsifrovom obrazovanii: analiz i otsenka uspezhnosti obucheniya studentov [Predictive Analytics in Digital Education: Analysis and Evaluation of Student Learning Success]. *Sibirskiy pedagogicheskiy zhurnal*, 2022, no. 1, pp. 97–106.
17. Danilaev D.P., Malivanov N.N. Technological education and engineering pedagogy. *Education Sciences and Psychology*, 2020, no. 22 (3), pp. 55–82. DOI:10.17853/1994-5639-2020-3-55-82
18. Dreher R., Kondratyev V.V., Kazakova U.A., Kuznetsova M.N. New concept of engineering education for sustainable development of society. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2021, vol. 1329, pp. 819–831.
19. *O vnesenii izmeneniy v Trudovoy kodeks Rossiyskoy Federatsii*. Federalnyy zakon ot 02.07.2021 N 311-FZ [«On Amendments to the Labor Code of the Russian Federation». Federal Law of July 2, 2021 N 311-FL]. Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_389002/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389002/) (accessed: 1 January 2022).
20. Levkov K.L., Figovskiy O.L. K voprosu podgotovki innovatsionnykh inzhenerov [On the issue of training innovative engineers]. *Metodolog*. Available at: <http://www.metodolog.ru/node/600> (accessed: 01 January 2022).
21. Ivshina G., Ivshin Y., Polyakova T., Prikhodko V. IT and educational environment of an Engineering University. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2020, vol. 916, pp. 935–945.
22. Kondratyev V.V., Kazakova U.A., Kuznetsova M.N. Features of the system of advanced training and professional retraining of educators of higher technical schools in modern conditions. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2021, vol. 1329, pp. 24–35.
23. Danilaev D.P., Malivanov N.N. Tekhnologicheskoe obrazovanie i inzhenernaya pedagogika [Technological education and engineering pedagogy]. *Obrazovanie i nauka*, 2020, vol. 22, no. 3, pp. 55–82.
24. Kazakova U.A., Kondratyev V.V., Kuznetsova M.N. Priorities of vocational training of educators of engineering universities in the formation of their psychological and pedagogical competency. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2022, vol. 390, pp. 644–653.
25. Kondratyev V.V., Kazakova U.A., Kuznetsova M.N. Development and implementation of the module «Engineering, education and pedagogy in industry 4.0» in the structure of the curriculum «Innovative pedagogy for teachers of engineering universities» (IPET). *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2022, vol. 390, pp. 632–643.
26. Dreyer R., Kondratyev V.V., Kazakova U.A., Kuznetsova M.N. Kontseptsiya inzhenernogo obrazovaniya dlya ustoychivogo razvitiya obshchestva [The concept of engineering education for the sustainable development of society]. *Innovatsionnye tekhnologii v transportnom i khimicheskome mashinostroyenii. Materialy XII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii Assotsiatsii tekhnologov-mashinostroiteley* [Innovative technologies in transport and chemical engineering. Materials of the XII International Scientific and Technical Conference of the Association of Mechanical Engineering Technologists]. Tambov, Tambov State Technical University Publ., 2020. pp. 191–195.
27. Prikhodko V., Polyakova T. IGIP prototype curriculum, teachers' professional development and distance education in Russia during COVID-19 pandemic. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2021, vol. 1329, pp. 36–43.
28. Bedny B.I., Rybakov N.V., Khodeeva N.A. Praktiko-orientirovannye aspirantskie programmy i professionalnye stepeni: analiz zarubezhnogo opyta [Practice-oriented postgraduate programs and pro-

- fessional degrees: analysis of foreign experience]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 2021, vol. 25, no. 3, pp. 70–81.
29. Galikhanov M.F., Kazakova U.A., Mishchenko E.S. Psikhologo-pedagogicheskaya podgotovka prepodavateley inzhenernykh vuzov v ramkakh dopolnitelnogo professionalnogo obrazovaniya [Psychological and pedagogical training of teachers of engineering universities in the framework of additional professional education]. *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo*, 2020, no. 3 (77), pp. 111–121.
  30. Martynov V.G., Sheynbaum V.S., Pyatibratov P.V., Sardashashvili S.A. Implementation of interdisciplinary learning in a virtual environment of design and production activities. *Engineering Education*, 2014, no. 14, pp. 5–11. In Rus.
  31. Sheinbaum V.S. Interdisciplinary activity training in virtual engineering environment: an actual state and prospects. *Vyshee obrazovanie v Rossii*, 2017, no. 11, pp. 61–68. In Rus.
  32. «Ob obrazovanii v Rossiyskoy Federatsii». *Federalny zakon ot 29.12.2012 N 273-FZ (red. ot 16.04.2022)* [«On Education in the Russian Federation». Federal Law No. 273-FL of December 29, 2012 (as amended on April 16, 2022)]. Available at: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=414896&dst=100913#N8HAo7TGiWc7KFYY1> (accessed: 1 January 2022).

Received: 11 February 2022.

УДК 378.14

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_7

## АКТУАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ 18.03.01 «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ» С УЧЕТОМ ЗАДАЧ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### **Башкирцева Наталья Юрьевна,**

доктор технических наук, профессор, декан факультета нефти и нефтехимии, и.о. директора Института нефти, химии и нанотехнологий, ведущий научный сотрудник кафедры химической технологии переработки нефти и газа, bashkircevan@bk.ru

### **Котова Нина Витальевна,**

кандидат педагогических наук, доцент, кафедра химической технологии переработки нефти и газа, Институт нефти, химии и нанотехнологий, kotova.ninavital@mail.ru

### **Овчинникова Юлия Сергеевна,**

старший преподаватель, кафедра химической технологии переработки нефти и газа, Институт нефти, химии и нанотехнологий, vik200277@mail.ru

Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия, 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 68.

Переход предприятий на новый инновационный вариант бизнес-процессов, производства и менеджмента, основанный на цифровых технологиях, становится реальностью трансформации современного мира. Интеллектуализация и цифровизация инженерной деятельности в условиях глобальных вызовов являются средством конструктивного внедрения элементов цифровизации и информатизации образования. Статья посвящена актуализации содержания образовательной программы бакалавриата с учетом задач формирования цифровых навыков выпускников. Авторами раскрывается поэтапный алгоритм действий при актуализации основной профессиональной образовательной программы в тесной взаимосвязи отраслевого профессионального сообщества и образовательного учреждения высшего образования.

**Ключевые слова:** Образовательная программа, химическая технология, профессиональные компетенции, цифровые технологии, актуализация образования, цифровая трансформация.

Технологическое будущее промышленного комплекса России связывают с новейшими научными исследованиями, трансформацией технологий, международной интеграцией производств, повышением экологичности процессов, а также с цифровой трансформацией предприятий. К ключевым задачам цифровой трансформации относят повышение операционной производительности, повышение качества бизнес-решений и прозрачности бизнеса, реализация инновационных проектов на основе цифровых технологий, повышение конкурентоспособности продуктов и услуг компаний, а также повышение уровня «жизнеспособности» компании. Поэтому обеспечение технологического прорыва входит в число приоритетных задач промышленных предприятий и в число национальных задач.

Так, в 2018 г. указом президента цифровизация стала одной из стратегических задач для Российской Федерации [1].

Возрастающие сетевые связи, гибкость и сложность процессов, развитие цифровых технологий и их масштабное внедрение во все отрасли народного хозяйства формируют новые требования к квалификации компаний и компетенциям персонала, занятого в различных сферах российской экономики. Это касается не только производственных структур, выпускающих инновационную продукцию, но и структур, создающих в результате научной деятельности технологические инновации, а также образовательных структур, участвующих в формировании интеллектуальных ресурсов научных организаций и производственных предприятий. Цифровые компетенции ста-

новятся неотъемлемой частью компетенций работников для успешного и своевременного выполнения производственных задач и значимым фактором конкурентоспособности субъектов экономической деятельности [2].

Выпуск специалистов по направлению 18.03.01 профиля «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» обеспечивает квалифицированными кадрами приоритетные отрасли экономики, в том числе предприятия топливно-энергетического и нефтегазохимического комплекса.

В настоящее время идет повсеместная цифровая трансформация, технологическая модернизация крупнейших предприятий групп компаний Газпром, Роснефть, Лукойл, Сибур, Татнефть. Строятся и запускаются новые установки нефтеперерабатывающих предприятий, интегрируются нефтехимические блоки в крупные НПЗ.

Основной тенденцией развития промышленных предприятий является внедрение IT технологий, обеспечивающих интеграцию различных программных и аппаратных средств в единый информационный комплекс. Целеполаганием при разработке подобных информационных комплексов является создание полного цифрового двойника как технологических установок, так и предприятий в целом. Для разработки и эксплуатации подобных информационных комплексов требуются специалисты химической технологии с принципиально новым уровнем понимания генерации, анализа и управления информационными потоками.

Реализация прорывных технологических проектов в условиях цифровой экономики порождает спрос на специалистов, владеющих комплексом жестких, гибких и специальных цифровых компетенций, включая: глубокое понимание своей области, а также знания и опыт в смежных сферах («Т-образный специалист»); понимание возможностей и рисков, связанных с применением новых технологий; владение методами проектного управления; «цифровую ловкость»; владение инструментарием работы с большими данными и инструментами визуализации; понимание основ кибербезопасности; навыки работы с базами данных; системное мышление; эмоциональный интеллект; командную работу; способность к непрерывному обучению; умение решать задачи «под ключ»; адаптивность и работу в условиях неопределенности [3].

Для подготовки специалистов, обладающих соответствующими компетенциями, важно и необходимо актуализировать образовательные программы высшего образования по направлению 18.03.01 посредством формирования цифровых компетенций, создания комплекса образовательных траекторий, совокупность которых позволит готовить специалистов, востребованных в высокотехнологичных отраслях экономики [4].

Актуализация образовательной программы в ФГБОУ ВО «КНИТУ» была начата с анализа перечня ключевых компетенций цифровой экономики, которыми должны владеть выпускники системы высшего профессионального образования, а также анализа сквозных цифровых технологий федерального проекта «Цифровые технологии» национальной программы «Цифровая экономика РФ».

Ключевые компетенции цифровой экономики трактуются как компетенции, которые необходимы для решения человеком поставленной задачи или достижения заданного результата деятельности в условиях глобальной цифровизации общественных и бизнес-процессов. К ключевым компетенциям цифровой экономики относятся:

- коммуникация и кооперация в цифровой среде – способность человека в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей;
- саморазвитие в условиях неопределенности – 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;
- креативное мышление – 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;
- управление информацией и данными – 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 эффективно-го использования полученной информации для решения задач;

- критическое мышление в цифровой среде – способность человека проводить оценку информации, ее достоверности, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных.

Основными сквозными цифровыми технологиями, которые определены программой «Цифровая экономика РФ», являются: большие данные; нейротехнологии и искусственный интеллект; системы распределенного реестра; квантовые технологии; новые производственные технологии; промышленный интернет; компоненты робототехники и сенсорики; технологии беспроводной связи; технологии виртуальной и дополненной реальности [5].

На следующем этапе были оценены потребности потенциальных работодателей нефтегазохимической отрасли в профессиональных компетенциях по применению цифровых технологий. Оценка проводилась путем анкетирования специалистов 15 крупных предприятий нефтегазохимического комплекса Российской Федерации и Татарстана и научно-исследовательских и проектных институтов (ПАО «Лукойл», ООО «Газпром переработка», ГК «ТАИФ», ПАО «Татнефть» и др.). В анкетировании приняло участие 105 респондентов, при этом более 60 % опрошенных респондентов – это руководители высшего и среднего звена предприятий.

На первом этапе анкетирования респондентам было предложено оценить по пятибалльной шкале приоритет использования сквозных цифровых технологий в рамках стратегии развития предприятия. По мнению респондентов (рис. 1), приоритет использования сквозных цифровых технологий в стратегическом развитии их предприятий распределяется следующим образом: наибольший приоритет отдается новым производственным технологиям и виртуальной дополненной реальности; средний приоритет отдан таким технологиям, как беспроводная связь, нейротехнологии, низший приоритет имеют робототехника и квантовые технологии.

На втором этапе анкетирования респондентам предлагалось определить приоритет (по пятибалльной шкале) компонентов цифровых технологий (группы компетенций, связан-

ных с функциональным использованием методов и инструментов управления процессами, проектами, продуктами цифровой трансформации и регулярным решением сложных профессиональных задач в цифровой среде).

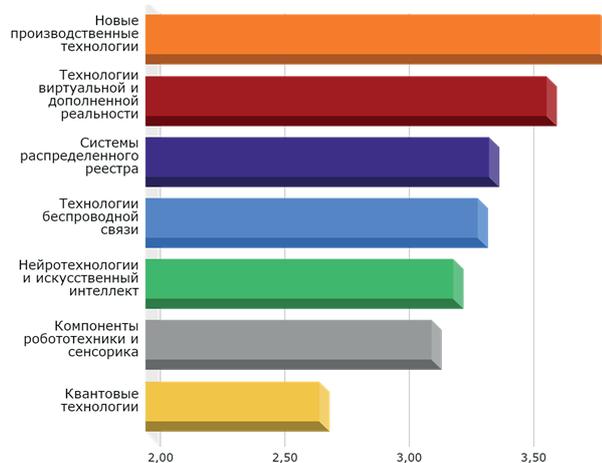


Рис. 1. Приоритет использования сквозных цифровых технологий в стратегическом развитии предприятий

Fig. 1. Priority of using end-to-end digital technologies in the strategic development of enterprises

Респонденты отметили важность следующих цифровых компетенций:

- в блоке «Информационная грамотность» – просмотр и управление данными и цифровым контентом;
- в блоке «Коммуникации и сотрудничество» была отмечена важность практически всех компетенций, также респондентами была отмечена высокая важность таких компетенций, как «Создание и развитие цифрового контента», его интеграция и программирование;
- в блоке компетенции «Безопасность» были выделены защита устройств и персональных данных.

Для группы компетенции «Решение проблем» большинство респондентов отметили приоритет решения технических проблем и определения потребностей технологических решений.

На третьем этапе опроса респондентам были предложены 6 групп цифровых навыков (управленческие навыки, саморазвитие и организованность, инсайты, коммуникация и сотрудничество, межличностные навыки, цифровой контент), где респонденты должны были оценить по пятибалльной шкале значимость предложенных навыков для их предприятия. Среди предложенных навыков более

**Таблица 1.** Актуализированная часть компетентностной модели выпускника по направлению 18.03.01 «Химическая технология» профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» по УК и ОПК компетенциям  
**Table 1.** Updated part of the graduate's competence model in the direction 18.03.01 «Chemical technology» profile «Chemical technology of natural energy carriers and carbon materials» in the Criminal Code and defense industry competencies

Код и наименование компетенции, установленной ФГОС ВО Code and name of the competence established by the Federal State Educational Standard of Higher Education	Код и наименование индикатора достижения компетенции Code and name of the indicator of achievement of competence	Учебные дисциплины Academic disciplines
<p>УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач            UC-1 Able to search, carry out critical analysis and synthesis of information, apply a systematic approach to solve tasks</p>	<p>УКц-1.4. Знает нормы цифрового этикета; основы программирования; современные инструменты программирования            UC-1.4. Knows the norms of digital etiquette; basics of programming; modern programming tools            УКц-1.5. Умеет осуществлять поиск и сбор информации в цифровом пространстве; работать с информацией в цифровой среде            UC-1.5. Able to search and collect information in the digital space; work with information in the digital environment            УКц-1.6. Владеет навыками коммуникации в цифровой сфере            UC-1.6. Possesses communication skills in the digital sphere</p>	<p>Информационные технологии            Information Technology</p>
<p>УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений            UC-2 Able to determine the range of tasks within the set goal and choose the best ways to solve them, based on the current legal norms, available resources and restrictions</p>	<p>УКц-2.4. Знает методы и средства компьютерного и геометрического моделирования, реверсивного инжиниринга, стандарты разработки структурной документации            UC-2.4. Knows the methods and means of computer and geometric modeling, reverse engineering, standards for the development of design documentation            УКц-2.5. Умеет использовать системы автоматизированного проектирования            UC-2.5. Able to use computer-aided design systems            УКц-2.6. Владеет современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации, разработки и оформления технической документации            UC-2.6. Owns modern software tools for the preparation of design and technological documentation, development and execution of technical documentation</p>	<p>Инженерная и компьютерная графика            Engineering and computer graphics            Процессы и аппараты химической технологии            Processes and apparatuses of chemical technology</p>
<p>ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности            GPC-2 Able to use mathematical, physical, physico-chemical, chemical methods to solve problems of professional activity</p>	<p>ОПКц-2.4. Знает технические и специализированные программные средства для реализации решений задач по оптимизации; основные методы для решения оптимизационных задач            GPC-2.4. Knows technical and specialized software tools for the implementation of solutions to optimization problems; basic methods for solving optimization problems            ОПКц-2.5. Умеет решать задачи оптимизации на цифровых двойниках процессов в химической технологии            GPC-2.5. Able to solve optimization problems on digital twins of processes in chemical technology</p>	<p>Цифровое моделирование химико-технологических процессов            Digital modeling of chemical and technological processes</p>

Окончание табл. 1 Table 1	Код и наименование компетенции, установленной ФГОС ВО Code and name of the competence established by the Federal State Educational Standard of Higher Education	Учебные дисциплины Academic disciplines
<p>ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья</p> <p>GPC-4 Able to ensure the conduct of the technological process, use technical means to control the parameters of the technological process, the properties of raw materials and finished products, change the parameters of the technological process when the properties of raw materials change</p>	<p>Код и наименование индикатора достижения компетенции Code and name of the indicator of achievement of competence</p> <p>ОПК-2.6. Владеет математическими методами обработки экспериментальных данных, математическими методами решения обратных задач химической технологии; навыками использования современных цифровых технологий для проведения анализа и исследований данных технологических процессов</p> <p>GPC-2.6. Owns mathematical methods of processing experimental data, mathematical methods for solving inverse problems of chemical technology; skills of using modern digital technologies for analysis and research of these technological processes</p>	
<p>ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья</p> <p>GPC-4 Able to ensure the conduct of the technological process, use technical means to control the parameters of the technological process, the properties of raw materials and finished products, change the parameters of the technological process when the properties of raw materials change</p>	<p>ОПК-4.4. Знает комплексы прикладных компьютерных программ, современной вычислительной техники, многопроцессорных вычислительных систем</p> <p>GPC-4.4. Knows complexes of applied computer programs, modern computer technology, multiprocessor computing systems;</p> <p>ОПК-4.5. Умеет работать с количественными и качественными данными при использовании цифровых программных средств визуализации информации</p> <p>GPC-4.5. Able to work with quantitative and qualitative data using digital information visualization software</p> <p>ОПК-4.6. Владеет навыком создания цифрового контента с использованием современных языков, методов программирования, моделирования и проектирования</p> <p>GPC-4.6. Possesses the skill of creating digital content using modern languages, programming, modeling and design methods</p>	<p>Процессы и аппараты химической технологии Processes and apparatuses of chemical technology</p> <p>Общая химическая технология General chemical technology</p> <p>Системы управления химико-технологическими процессами Chemical process control systems</p>
<p>*ОПК-6 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>GPC-6 Able to understand the principles of operation of modern information technologies and use them to solve problems of professional activity</p>	<p>ОПК-6.1. Знает прикладное современное программное обеспечение, применяемое в отрасли</p> <p>GPC-6.1. Knows applied modern software used in the industry</p> <p>ОПК-6.2. Умеет выбрать и применить оптимальную прикладную программу для решения конкретной задачи</p> <p>GPC-6.2. Knows how to choose and apply the optimal application program for solving a specific problem</p> <p>ОПК-6.3 Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>GPC-6.3 Has the skills to use digital technologies to solve the problems of professional activity</p>	<p>Информационные технологии Information Technology</p> <p>Цифровое моделирование химико-технологических процессов Digital modeling of chemical and technological processes</p> <p>Процессы и аппараты химической технологии Processes and apparatuses of chemical technology</p>

80 % респондентов отметили важность умения выпускников работать в команде, больше 70 % выделили важность умения обработки данных, постановки задач и обучаемости, больше 60 % респондентов выделили коммуникативные, презентационные и навыки управления данными, от 50 до 60 % респондентов отметили важность таких навыков, как критическое мышление, проектирование производственных систем, креативность и другие. Остальные навыки респонденты посчитали малозначимыми либо уже сформированными у выпускников.

Выделенные респондентами важные цифровые компетенции были объединены в три группы:

- информационная цифровая грамотность и коммуникация в цифровой среде;
- создание цифрового контента;
- решение проблем в цифровой среде.

К этим группам компетенций были отнесены цифровые и общие навыки, а также сквозные цифровые технологии (рис. 2).

Учитывая специфику получения образовательных результатов в учреждениях высшего профессионального образования, с учетом формирования комплекса универсальных, общепрофессиональных компетенций и профессиональных компетенций, в соответствии с профилем подготовки, цифровые компетенции, хотя и составляют особую группу ожидаемых результатов высшего профессионального образования и обучения, тем не менее были отнесены либо к универсальным (УК), обще-

профессиональным (ОПК), либо к профессиональным компетенциям (ПК).

Перечень универсальных компетенций (УК) и общепрофессиональных компетенций (ОПК) установлен образовательным стандартом ФГОС ВО (3++) 18.03.01 «Химические технологии». Перечень профессиональных компетенций (ПК) определен путем соотнесения профиля программы бакалавриата с профессиональным стандартом, определяющим область и вид профессиональной деятельности выпускника. Выбор индикаторов достижения сформированности ПК компетенций осуществлялся на основании обобщенной трудовой функции (ОТФ), трудовой функции и трудовых действий из Профессионального стандарта «Специалист по химической переработке нефти и газа» код 19.002.

Следует отметить, что в утвержденных образовательных и профессиональных стандартах явно не отражается необходимый набор цифровых навыков, которые следует заложить в требуемые результаты обучения. Поэтому в рамках актуализации ОПОП на основании проведенного анализа потребности работодателей в формировании необходимых цифровых навыков, в актуализированную компетентностную модель выпускника были включены *самостоятельные* индикаторы достижения «цифровых компетенций», обозначенных индексами УКц, ОПКц и ПКц. Кроме того, был определен перечень дисциплин базовой и вариативной части, которые формируют необходимые цифровые навыки.

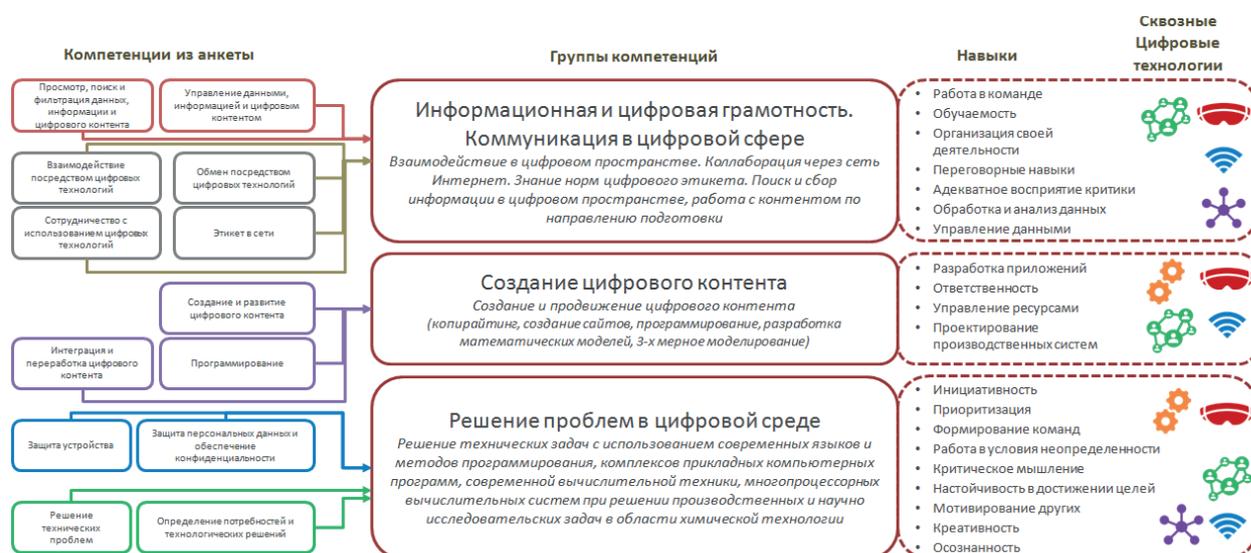


Рис. 2. Группа компетенций с соотнесенными цифровыми и общими навыками и сквозными цифровыми технологиями

Fig. 2. A group of competencies with correlated digital and general skills and end-to-end digital technologies

**Таблица 2.** Актуализированная часть компетентностной модели выпускника по направлению 18.03.01 «Химическая технология» профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» по ПК компетенциям

**Table 2.** Updated part of the graduate's competence model in the direction 18.03.01 «Chemical technology» profile «Chemical technology of natural energy carriers and carbon materials» by PC competencies

Код и наименование профессиональной компетенции Code and name of professional competence	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции, соотнесенного со знаниями и умениями, указанными в профессиональном стандарте Code and name of the indicator of achievement of professional competence, correlated with the knowledge and skills specified in the professional standard	Учебные дисциплины Academic disciplines
ПК-5 Способен оперативно управлять технологическим объектом PC-5 Able of promptly managing a technological facility	ПКц-5.4. Знает принципы организации цифровых систем моделирования, проектирования и управления технологическими процессами PC-5.4. Knows the principles of organizing digital systems for modeling, designing and managing technological processes ПКц-5.5. Умеет создавать и работать с цифровыми моделями технологических объектов PC-5.5. Able to create and work with digital models of technological objects ПКц-5.6. Владеет принципами работы программно-аппаратных комплексов управления цифровом производством PC-5.6. Owns the principles of operation of software and hardware systems for digital production management	Проектирование предприятий нефтегазового комплекса Design of oil and gas complex enterprises  Цифровое технологическое моделирование и расчеты процессов нефтепереработки Digital technological modeling and calculations of oil refining processes

Отметим, что ключевые компетенции цифровой экономики носят *надпрофессиональный характер*, поэтому процесс их формирования при реализации образовательных программ рассматривается как «сквозной», т. е. реализуемый через все содержание образовательной программы. Другими словами, цифровые компетенции как части общих и профессиональных компетенций формируются в течение всего срока обучения студентов.

На рис. 3 представлена разработанная модель преемственности актуализированных дисциплин учебного плана.

Логика формирования компетенций в заданном формате обеспечит преемственность содержания дисциплин, поэтапное и непрерывное формирование заданных компетенций обучающихся в целях реализации Федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации».

В рамках установленных компетенций и индикаторов достижения были актуализированы рабочие программы дисциплин, расширены области задач и результатов обучения, внедрены новые технологии обучения и программные продукты. В табл. 3 представлены актуализированные дисциплины, сквозные цифровые технологии, программные продукты, позволяющие формировать цифровые компетенции выпускников.

Формирование ключевых компетенций цифровой экономики у обучающихся осуществляется через цифровизацию образовательного процесса, развертывание на уровне учреждения цифровой образовательной среды. Цифровая образовательная среда образовательной организации предполагает набор ИКТ-инструментов, в том числе цифровых образовательных ресурсов, использование которых должно носить системный характер. В цифровой образовательной среде технологии и методы обучения приобретают свойство учебного содержания (например, технология развития критического мышления, проблемного обучения, технология коммуникативного обучения, коллективные способы обучения и т. д.)

Формирование цифровой образовательной среды позволит обеспечить модернизацию образовательного процесса, внедрить в педагогическую практику технологии электронного обучения, модели смешанного обучения, автоматизирует процессы управления качеством образования, сформирует у обучающихся навыки обучения в цифровом мире, умения использовать цифровые ресурсы в своей будущей профессиональной деятельности.

Контроль и оценка хода формирования ключевых компетенций цифровой экономики у обучающихся профессиональных образовательных организаций осуществляется педаго-

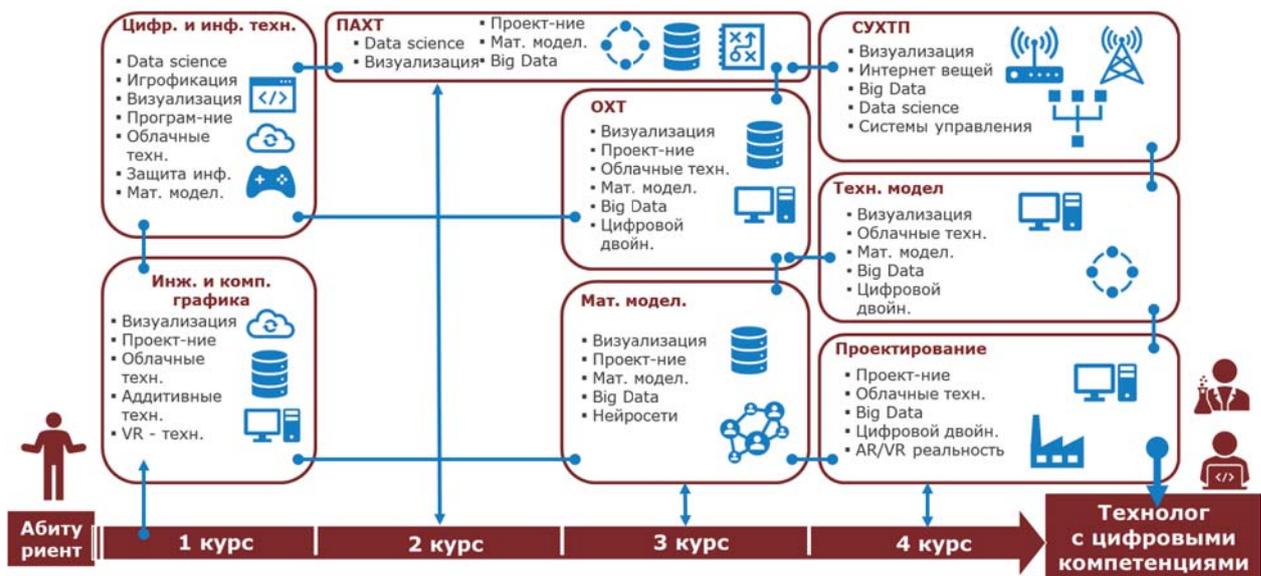


Рис. 3. Преемственность актуализированных дисциплин учебного плана  
 Fig. 3. Continuity of the updated disciplines of the curriculum

гами в процессе аудиторной и внеаудиторной учебной деятельности, на этапах производственной практики и защиты итоговой квалификационной работы, в том числе при выполнении проектных, проблемных и практических заданий, решении ситуационных задач, выполнении творческих упражнений, различных типов тестирования [6].

Таким образом, актуализация основной профессиональной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», направленности (профилю) программы «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», направленной на формирование компетенций в сфере цифровой экономики, включала в себя несколько этапов:

1. Анализ потребности потенциальных работодателей в профессиональных компетенциях по применению цифровых технологий в соответствующих приоритетных отраслях экономики и разработка компетентностной модели выпускника.
2. Актуализация ОПОП по направлению согласно требованиям соответствующего ФГОС, а также с учетом требований профессионального сообщества, в том числе:
  - включение в ОПОП учебных дисциплин и цифровых модулей, направленных на формирование профессиональных компетенций, основанных на применении цифровых технологий в химической промышленности;

- совершенствование содержания дисциплин (модулей) и/или иных компонентов с учетом задач по формированию профессиональных компетенций по применению цифровых технологий, востребованных в соответствующих приоритетных отраслях экономики;
- внедрение образовательных технологий и подходов, соответствующих задачам формирования профессиональных компетенций по применению цифровых технологий, востребованных в химической промышленности.

3. Апробация актуализированной ОПОП первом учебном семестре 2021–2022 учебного года.

В апробации приняли участие 51 студент из трех учебных групп. В результате апробации актуализированных дисциплин, их учебно-методических комплексов, заданий для проведения текущего контроля: 100 % студентов успешно прошли аттестацию, из них в среднем 89,3 % получили рейтинговые баллы, соответствующие оценке «хорошо» и «отлично».

Таким образом, при актуализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению 18.03.01 «Химическая технология» для подготовки кадров приоритетной отрасли целесообразно включение следующих цифровых компетенций:

- способность к взаимодействию в цифровом пространстве; коллаборации через

**Таблица 3.** Актуализированные дисциплины с учетом формирования профессиональных компетенций по применению цифровых технологий  
**Table 3.** Updated disciplines taking into account the formation of professional competencies in the use of digital technologies

Наименование дисциплины Name of the discipline	Курс Year	Изучаемые сквозные цифровые технологии Studied end-to-end digital technologies	Программные продукты Software products	Виды учебных занятий Types of training sessions
Информационные технологии, Информационная и компьютерная графика Information technology, Engineering and computer graphics	1	Системы распределенного реестра Distributed ledger systems Нейротехнологии и искусственный интеллект Neurotechnologies and artificial intelligence Технологии виртуальной и дополненной реальности Technologies of virtual and augmented reality Новые производственные технологии New manufacturing technologies	PTC Mathcad; MS Visual Studio; FreeMind (Windows); Autodesk Inventor; Polygon X; Scancenter ng 2021	лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа lectures, laboratory classes, independent work
Процессы и аппараты химической технологии Processes and apparatuses of chemical technology Общая химическая технология General chemical technology Цифровое моделирование химико-технологических процессов Digital modeling of chemical and technological processes	2, 3	Технологии виртуальной и дополненной реальности Technologies of virtual and augmented reality Нейротехнологии и искусственный интеллект Neurotechnologies and artificial intelligence Новые производственные технологии New manufacturing technologies Системы распределенного реестра Distributed ledger systems Технологии беспроводной связи Wireless technologies Промышленный интернет вещей Industrial Internet of Things	MathLab; Mathcad; Autodesk AutoCAD; Ansys Fluent; Aspen One V.12; КОМПАС-3D / KOMPAS-3D; Prot(g); UniSim Design	лекции, лабораторные занятия, практические занятия, самостоятельная работа lectures, laboratory classes, practical classes, independent work
Системы управления химико-технологическими процессами Chemical process control systems Цифровое технологическое моделирование и расчеты процессов нефтепереработки Digital technological modeling and calculations of oil refining processes Проектирование предприятий нефтегазового комплекса Design of oil and gas complex enterprises	4	Системы распределенного реестра Distributed ledger systems Нейротехнологии и искусственный интеллект Neurotechnologies and artificial intelligence Новые производственные технологии New manufacturing technologies Технологии беспроводной связи Wireless technologies Технологии виртуальной и дополненной реальности Technologies of virtual and augmented reality Промышленный интернет вещей Industrial Internet of Things	ПАК «Delta V»; SCADA; AutoCAD Plant 3D; Autodesk NavisWorks; Autodesk VRED Professional; Autodesk Spec Editor; AspenOne (HYSYS); Unisim Design	лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа lectures, laboratory classes, independent work

сеть Интернет; знание норм цифрового этикета;

- способность к поиску и сбору информации в цифровом пространстве, работе с контентом по направлению подготовки;
- способность к созданию и продвижению цифрового контента (копирайтинг, создание сайтов, программирование);
- способность решать задачи профессиональной деятельности с использованием современных языков и методов программирования, комплексов прикладных компьютерных программ, современной вычислительной техники, многопроцессорных вычислительных систем при решении производственных и научно-исследовательских задач в области химической технологии.

Развитие вышеперечисленных компетенций в актуализированной ОПОП по направлению 18.03.01 «Химическая технология» по профилю «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» осуществляется на протяжении всего

срока обучения. Данные компетенции носят преемственный, междисциплинарный характер, формируются в дисциплинах общепрофессиональной и профильной направленности, а выпускник будет обеспечен ключевыми компетенциями цифровой экономики путем применения в своей профессиональной деятельности сквозных цифровых технологий.

*Работы по актуализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования выполнены по Договору, заключённому на конкурсной основе с ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» в рамках реализации Заказчиком (АНО ВО «Университет Иннополис») мероприятий для обеспечения достижения результатов федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» в целях реализации мероприятий в соответствии с Соглашением, заключенном между Заказчиком и Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сайт Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/878> (дата обращения 25.10.2021).
2. «Об утверждении методик расчета показателей федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Приказ Минэкономразвития России от 24.01.2020 N 41. URL: [https://www.economy.gov.ru/material/dokumenty/prikaz\\_minekonomrazvitiya\\_rossii\\_ot\\_24\\_yanvarya\\_2020\\_g\\_41.html](https://www.economy.gov.ru/material/dokumenty/prikaz_minekonomrazvitiya_rossii_ot_24_yanvarya_2020_g_41.html) (дата обращения: 25.10.2021).
3. Батова М.М. Формирование цифровых компетенций в системе «образование – наука – производство» // Вопросы инновационной экономики. – 2019. – Т. 9. – № 4. – С. 1573–1584.
4. Дидактическая концепция цифрового профессионального образования и обучения / П.Н. Биленко, В.И. Блинов, М.В. Дулинов, Е.Ю. Есенина, А.М. Кондаков, И.С. Сергеев. – М.: Изд-во «Перо», 2019. – 98 с.
5. Цифровая трансформация в России-2020: аналитический отчет на основе результатов опроса российских компаний. URL: [https://komanda-a.pro/projects/dtr\\_2020](https://komanda-a.pro/projects/dtr_2020) (дата обращения: 25.10.2021)
6. Interdisciplinary approach to teaching petrochemical engineers / M. Zhuravleva, N. Bashkirtseva, E. Valeeva, O. Zinnurova, Ju. Ovchinnikova // Lecture notes in networks and systems. – 2022. – V. 389. – P. 645–652.

Дата поступления: 21.03.2022 г.

UDC 378.14

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_7

## UPDATING OF THE BACHELOR'S DEGREE PROGRAM IN THE DIRECTION 18.03.01 «CHEMICAL TECHNOLOGY», TAKING INTO ACCOUNT THE TASKS OF FORMING PROFESSIONAL COMPETENCIES FOR THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE CHEMICAL INDUSTRY

**Natalya Yu. Bashkirtseva,**

Dr. Sc., professor, dean of the Faculty of Oil and Petrochemistry, acting director of the Institute of Oil, Chemistry and Nanotechnology, leading researcher, bashkircevan@bk.ru

**Nina V. Kotova,**

Cand. Sc., associate professor, kotova.ninavital@mail.ru

**Yuliya S. Ovchinnikova,** senior lecturer, vik200277@mail.ru

Kazan National Research Technological University,  
68, Karl Marx street, Kazan, 420015, Russia.

The transition of enterprises to a new innovative version of business processes, production and management based on digital technologies is becoming a reality of transformation of the modern world. Intellectualization and digitalization of engineering activities in the context of global challenges are a means of constructive introduction of elements of digitalization and informatization of education. The article is devoted to updating the content of the bachelor's degree educational program, taking into account the tasks of forming digital skills of graduates. The authors reveal a step-by-step algorithm of actions when updating the main professional educational program in the close relationship of the branch professional community and the educational institution of higher education.

**Key words:** Educational program, chemical technology, professional competences, digital technologies, education updating, digital transformation.

*The research works in updating the fundamental professional educational program of higher education were carried out within the agreement concluded by competition with Kazan National Research Technological University within the implementation by the Customer («Innopolis University») of the events for ensuring the achievement of the results of Federal project «Skilled workers for digital economy» of the national program «Digital economy of the Russian Federation» to implement the events according to the Agreement concluded between the Customer and the Ministry of Digital Development, Communications and Mass Media of the Russian Federation.*

### REFERENCES

1. Sayt Ministerstva tsifrovogo razvitiya, svyazi i massovykh kommunikatsiy Rossiyskoy Federatsii [Website of the Ministry of Digital Development, Communications and Mass Media of the Russian Federation]. Available at: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/878> (accessed: 25 October 2021).
2. «Ob utverzhdenii metodik rascheta pokazateley federalnogo proyekta «Kadry dlya tsifrovoy ekonomiki» natsionalnoy programmy «Tsifrovaya ekonomika Rossiyskoy Federatsii»». Prikaz Minekonomrazvitiya Rossii ot 24.01.2020 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 of the Ministry of Economic Development of Russia dated January 24, 2020 N 41]. Available at: [https://www.economy.gov.ru/material/dokumenty/prikaz\\_minekonomrazvitiya\\_rossii\\_ot\\_24\\_yanvarya\\_2020\\_g\\_41.html](https://www.economy.gov.ru/material/dokumenty/prikaz_minekonomrazvitiya_rossii_ot_24_yanvarya_2020_g_41.html) (accessed: 25 October 2021).
3. Batova M.M. Formirovanie tsifrovyykh kompetentsiy v sisteme «obrazovaniye–nauka–proizvodstvo» [Formation of digital competencies in the system «education–science–production»]. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki*, 2019, vol. 9, no. 4, pp. 1573–1584.
4. Bilenko P.N., Blinov V.I., Dulinov M.V., Yesenina E.Yu., Kondakov A.M., Sergeyev I.S. *Didakticheskaya kontseptsiya tsifrovogo professionalnogo obrazovaniya i obucheniya* [Didactic concept of digital vocational education and training]. Moscow, Pero Publ., 2019. 98 p.
5. *Tsifrovaya transformatsiya v Rossii-2020: analiticheskiy otchet na osnove rezultatov oprosa rossiyskikh kompaniy* [Digital transformation in Russia-2020: analytical report based on the results of a survey of Russian companies]. Available at: [https://komanda-a.pro/projects/dtr\\_2020](https://komanda-a.pro/projects/dtr_2020) (accessed: 25 October 2021).
6. Zhuravleva M., Bashkirtseva N., Valeeva E., Zinnurova O., Ovchinnikova Ju. Interdisciplinary approach to teaching petrochemical engineers. *Lecture notes in networks and systems*, 2022, vol. 389, pp. 645–652.

Received: 21 March 2022.

УДК 378.14.015.62

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_8

## ИЗУЧЕНИЕ ПОДХОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Савинова Олеся Вячеславовна,**

кандидат геолого-минералогических наук, доцент, отделение геологии, Инженерная школа природных ресурсов; эксперт, отдел исследования проблем обеспечения качества инженерного образования, Учебно-научный центр «Организация и технологии высшего профессионального образования», logvinenkoov@tpu.ru

**Муравлев Игорь Олегович,**

кандидат технических наук, доцент отделения электроэнергетики и электротехники, Инженерная школа энергетики; начальник отдела исследования проблем обеспечения качества инженерного образования, Учебно-научный центр «Организация и технологии высшего профессионального образования», iom@tpu.ru

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

В работе представлены промежуточные результаты изучения подхода с использованием количественных методов для измерения уровня подготовленности студентов к профессиональной деятельности. Полученные результаты исследования в основной массе подтверждают выдвинутые гипотезы о влиянии ключевых и дополнительных факторов на качество инженерной подготовки студентов к профессиональной деятельности. В ходе исследования определены корреляционные связи между основными показателями. Полученные результаты вносят вклад в научный задел по тематике исследования, рекомендуется продолжение работ по исследованию подхода.

**Ключевые слова:** Инженерное образование, специалитет, качество инженерного образования, качество профессиональной подготовки.

### Введение

Современные мировые социально-политические события определенным образом подталкивают руководство страны к пересмотру многих существующих в Российской Федерации систем, в частности системы высшего образования. С 2003 г. Россия входила в Болонскую систему. Это означало перестройку всей системы российского высшего образования: адаптация образовательных программ под европейские стандарты, введение единого государственного экзамена в школах, переход на двухуровневую систему – бакалавриат и магистратура, появление кредитно-модульной системы учебного процесса и так далее. Данная статья не предполагает обсуждение положительных и отрицательных эффектов этого перехода. Тем не менее теперь, спустя 19 лет, в связи с исключением России из Болонского процесса [1] актуален вопрос создания суверенной системы высшего образования, а в особенности разработка методики качествен-

ной и количественной экспертизы подготовки будущих специалистов.

В данной работе представлены предварительные результаты применения подхода с использованием количественных методов для измерения уровня подготовленности студентов специалитета к профессиональной деятельности.

### Методы исследования

Сотрудниками Учебно-научного центра «Организация и технологии высшего профессионального образования» (УНЦ ОТВПО) предложен количественный метод для измерения уровня подготовленности студентов к профессиональной деятельности. В работе показаны предварительные результаты исследования, более подробное описание методики излагается далее.

Результаты обработаны в программе Microsoft Excel с применением корреляционно-регрессионного анализа.

## Результаты и обсуждение

В работе показаны только результаты исследования, проведенного с участием студентов специалитета 1–5 курса очной формы обучения по направлению 21.05.02 «Прикладная геология». Студентам было предложено ответить на 150 вопросов в течение 150 минут. База вопросов составлена на основании предварительно выбранных 10 компетенций, которые, по мнению экспертной группы, в достаточной степени отражают набор знаний и умений выпускника, необходимый для успешной профессиональной деятельности (таблица). Также следует отметить, что предложенные компетенции не противоречат действующему Федеральному государственному образовательному стандарту (ФГОС) 3+ и 3++ по направлению подготовки [2].

На каждую из десяти компетенций было составлено по 15 вопросов, при этом в каждой блоке (компетенции) один из тестовых вопросов был открытого типа, то есть подразумевал ответ в форме краткого суждения. Остальные вопросы были с выбором ответа. Полученные суммы правильных ответов каждого тестируемого переводили в доли правильных ответов с целью стандартизации результатов.

Обязательным условием тестирования было четкое фиксирование времени, затраченное каждым участником на прохождение теста.

Расчет показателя качества обучения студентов  $Q_i$  (авторский показатель, предложенный командой данного исследования) рассчитывался по формуле:

$$Q_i = \frac{3,75 \times R_i \times \text{тобш}}{t_i},$$

где  $R_i$  – доля правильных ответов на все вопросы теста;  $\text{тобш}$  – общее время тестирования;  $t_i$  – время, затраченное студентом на тестирование.

Далее предлагается ознакомиться с некоторыми результатами исследования.

На рис. 1 представлена гистограмма, иллюстрирующая распределение значений доли правильных ответов  $R_i$  по компетенциям и по курсам. Очевидно, что значение суммы  $R_i$  должно расти от курса к курсу. В данном эксперименте эта гипотеза подтвердилась: из графиков видно, что сумма долей правильных ответов  $R_i$  увеличилась с 0,16 на первом курсе до 0,38 на пятом курсе. Однако при максимальной сумме долей правильных ответов, равной 1, значение 0,38 на пятом курсе не считается удовлетворительным показателем.

На рис. 2 приведены данные по курсам для значений баллов абитуриентов при поступлении в университет (приведены к 5 бальной шкале), средний балл за обучение на момент тестирования, сумма долей правильных ответов по компетенциям  $R_i$  и рассчитанный показатель качества обучения  $Q_i$ .

В качестве примера на рис. 3 продемонстрированы результаты анализа показателей (рис. 2) для 3 курса. С помощью корреляционно-регрессионного анализа выявлена слабая корреляционная зависимость между значимыми, по мнению авторов, факторами. Так, коэффициент корреляции между суммой до-

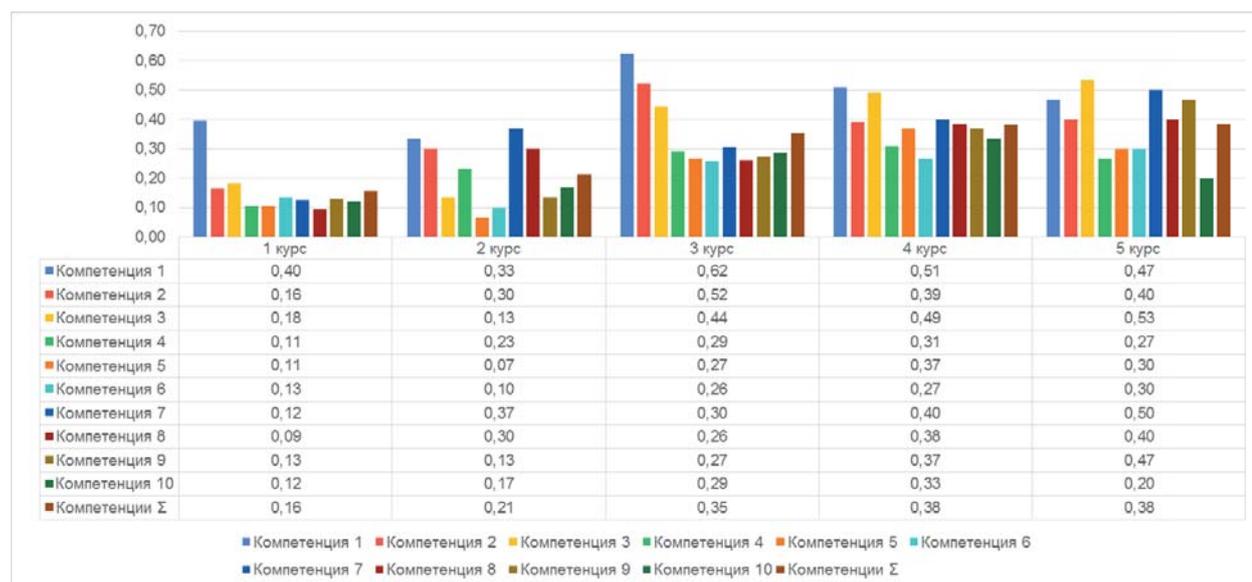


Рис. 1. Гистограмма распределения долей правильных ответов студентов по курсу и компетенциям

Fig. 1. Histogram of distribution of the shares of correct answers of students by course and competencies

**Таблица.** Профессиональные компетенции выпускника  
**Table.** Professional competencies of a graduate

Категории компетенций Categories of competencies	Универсальные (инвариантные) компетенции по отношению к направлению, профилю, деятельности Universal (invariant) competencies in relation to the direction, profile, activity	Наименование компетенции Name of competence
<p>Обучение в течение всей жизни (саморазвитие, самореализация, профессиональный рост) Lifelong learning (self-development, self-realization, professional growth)</p>	<p>Формирование и развитие интеллектуального и культурного уровня (знания в области гуманитарных, социальных и экономических наук) Formation and development of the intellectual and cultural level (knowledge in the field of humanities, social and economic sciences)</p>	<p>Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах, осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде, осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах), поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности, создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений. Able to perceive the intercultural diversity of society in the socio-historical, ethical and philosophical contexts, to carry out social interaction and realize his role in the team, to carry out business communication in oral and written forms in the state language of the Russian Federation and foreign language(s), maintain the proper level of physical fitness to ensure full-fledged social and professional activities, create and maintain safe living conditions, determine the range of tasks within the framework of the goal and choose the best ways to solve them, based on the current legal norms, available resources and restrictions</p>
	<p>Системное мышление (анализ, систематизация, прогнозирование) Systems thinking (analysis, systematization, forecasting)</p>	<p>Способен осуществлять поиск, обработку, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач Able to search, process, critically analyze and synthesize information, apply a systematic approach to solving tasks using information, computer and network technologies, apply the appropriate physical and mathematical apparatus, methods of analysis and modeling, theoretical and experimental research in solving professional problems</p>
<p>Генерирование инновационных идей (по созданию конкурентоспособных образцов техники и технологии) Generation of innovative ideas (to create competitive models of equipment and technology)</p>	<p>Формирование научных задач Formation of scientific tasks</p>	<p>Способен изучать, критически оценивать научную и научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, применять в практической деятельности основные концепции, принципы, теории и факты; закономерности, устанавливаемые фундаментальными науками Able to study, critically evaluate scientific and technical information, domestic and foreign experience on research topics, apply in practice the basic concepts, principles, theories and facts, patterns established by the fundamental sciences</p>
<p>Проектная деятельность Project activity</p>	<p>Сбор и анализ данных, проектирование объектов профессиональной деятельности Collection and analysis of data, design of objects of professional activity Разработка технической документации Development of engineering specification</p>	<p>Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий при проектировании объектов профессиональной деятельности Able to search, store, process and analyze information from various sources and databases, present it in the required format using information, computer and network technologies when designing objects of professional activity Способен составлять самостоятельно и в составе коллектива проекты на геологоразведочные работы на разных стадиях изучения и на различных объектах Able to draw up independently and as part of a team projects for geological exploration at different stages of study and at various sites</p>

Окончание таблицы  
Table

Категории компетенций Categories of competencies	Универсальные (инвариантные) компетенции по отношению к направлению, профилю, деятельности Universal (invariant) competencies in relation to the direction, profile, activity	Наименование компетенции Name of competence
Деятельностные компетенции/Activity competencies	Использование информационных технологий Use of information technology	Способен использовать современные информационные технологии и программное обеспечение, методы математического моделирования процессов и объектов профессиональной проектной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности Able to use modern information technologies and software, methods of mathematical modeling of processes and objects of professional project activity, observing the requirements of information security
Организация производства Organization of production	Прогнозирование полезного ископаемого. Методика геологического разведочных работ Mineral forecasting. Exploration methodology	Способен прогнозировать на основе анализа геологической ситуации вероятный промышленный тип полезного ископаемого, формулировать благоприятные критерии его нахождения и выделять перспективные площади для постановки дальнейших работ. Способен проводить геологическое картирование, поисковые, оценочные и разведочные работы в различных ландшафтно-географических условиях, проектировать места заложения горных выработок, скважин, осуществлять их документацию Able to predict, based on the analysis of the geological situation, the probable industrial type of a mineral, formulate favorable criteria for its location and allocate promising areas for setting up further work. Able to carry out geological mapping, prospecting, appraisal and exploration work in various landscape and geographical conditions, design the places for laying mine workings, wells, and carry out their documentation
	Выбор способа опробования Choice of sampling method	Способен выбирать виды, способы опробования (рядового, геохимического, минералогического, технологического) и методы их анализа для изучения компонентов природной среды, включая горные породы и полезные ископаемые, при решении вопросов картирования, поисков, разведки, технологии разработки и переработки минерального сырья Able to choose types, methods of sampling (ordinary, geochemical, mineralogical, technological) and methods of their analysis to study the components of the natural environment, including rocks and minerals, when solving issues of mapping, prospecting, exploration, technology for the development and processing of mineral raw materials
	Геолого-экономическая оценка Geological and economic assessment	Способен проводить геолого-экономическую оценку месторождений твердых полезных ископаемых Able to conduct geological and economic assessment of deposits of solid minerals
Управление (менеджмент) Management	Управление процессами и коллективом Process and team management	Способен управлять процессами в профессиональной деятельности, сочетать теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности. Способен управлять техническим администрированием в соответствии с нормативными документами (техника безопасности, контроль качества изделий и т.д.), используя знания в области проектного менеджмента Able to manage processes in professional activity, combine theory and practice in accordance with the chosen field of professional activity. Able to manage technical administration in accordance with regulatory documents (safety, product quality control, etc.), using knowledge in the field of project management

лей правильных ответов и баллом при поступлении и показателем качества обучения студентов  $Q_i$  и баллом при поступлении равны  $r=0,1$  (рис. 3, а). Такой уровень корреляции не является значимым, а соответственно, можно рассуждать о том, что на качество обучения студента не влияет балл при поступлении в университет. Данный вопрос актуален в разрезе нынешней программы господдержки «Приоритет-2030», в которой одним из критериев успешной реализации объявлено обязательное привлечение «высокобалльных» абитуриентов [3]. А есть ли в этом необходимость? Хотелось отметить, что данный аспект заслуживает внимания и изучения в рамках текущего исследования.

Коэффициент корреляции между средним баллом за обучение и долей правильных ответов  $R_i$  и авторским показателем качества обучения студентов  $Q_i$  равен  $r=0,36$  и  $r=0,37$ , соответственно (рис. 3, б). Средняя положительная корреляция между перечисленными

факторами очевидна и непротиворечива: чем лучше учится студент, тем выше уровень его подготовки.

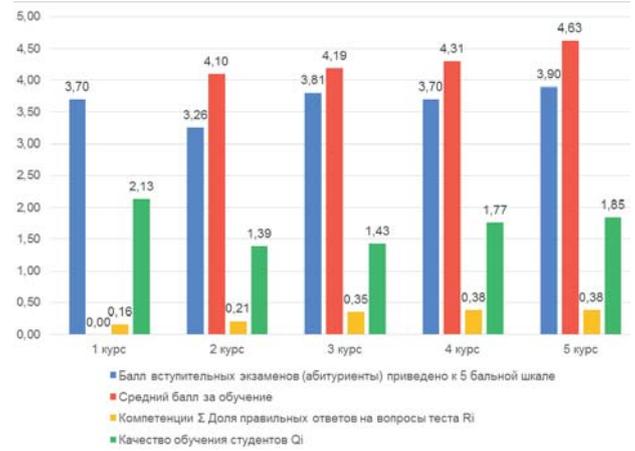
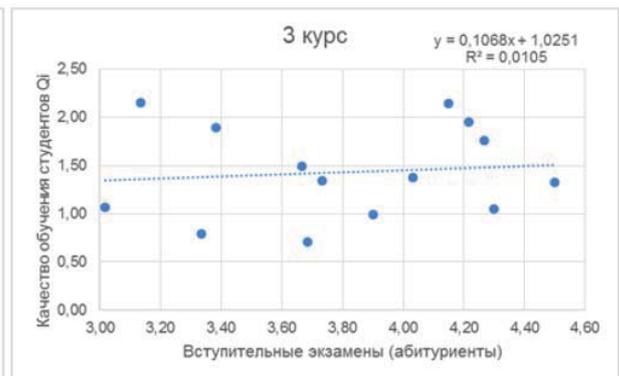
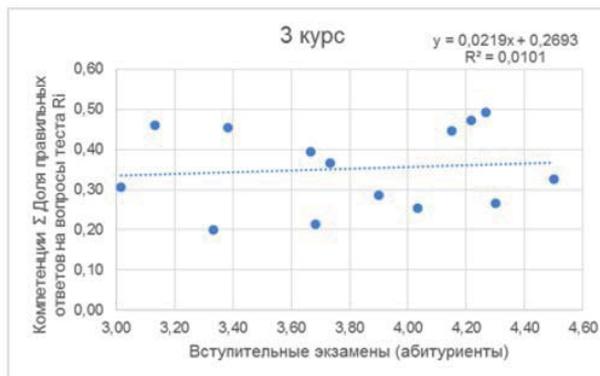


Рис. 2. Обобщенные показатели по 1–5 курсу  
Fig. 2. Generalized indicators for 1–5 courses

Также одним из этапов исследования было определение ключевых факторов, влияющих

а



б

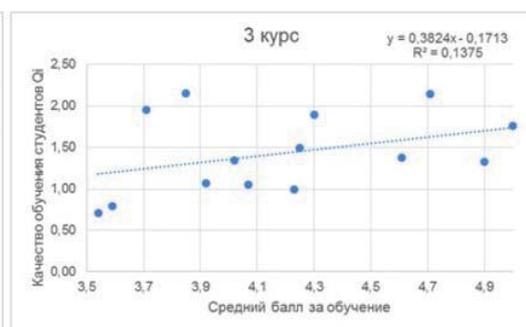
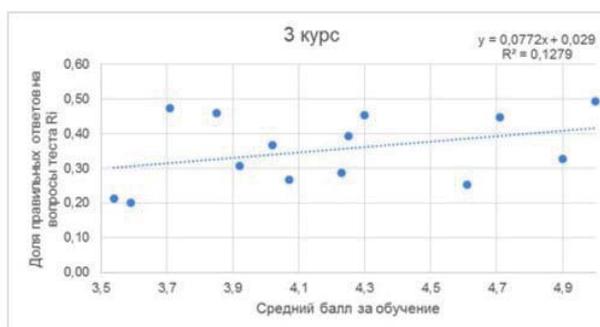


Рис. 3. Соотношение ключевых показателей: а) диаграмма зависимости суммы долей правильных ответов и балла при поступлении (слева), и показателя качества обучения студентов  $Q_i$  и балла при поступлении (справа); б) диаграмма зависимости среднего балла за обучение и долей правильных ответов  $R_i$  (слева), и авторским показателем качества обучения студентов  $Q_i$  (справа)

Fig. 3. Ratio of key indicators: а) diagram of dependence of the sum of the shares of correct answers and the score at admission (left), and the indicator of the quality of student learning  $Q_i$  and the score at admission (right); б) diagram of dependence of the average score for learning and the proportion of correct answers  $R_i$  (left), and the author's indicator of the quality of student learning  $Q_i$  (right)

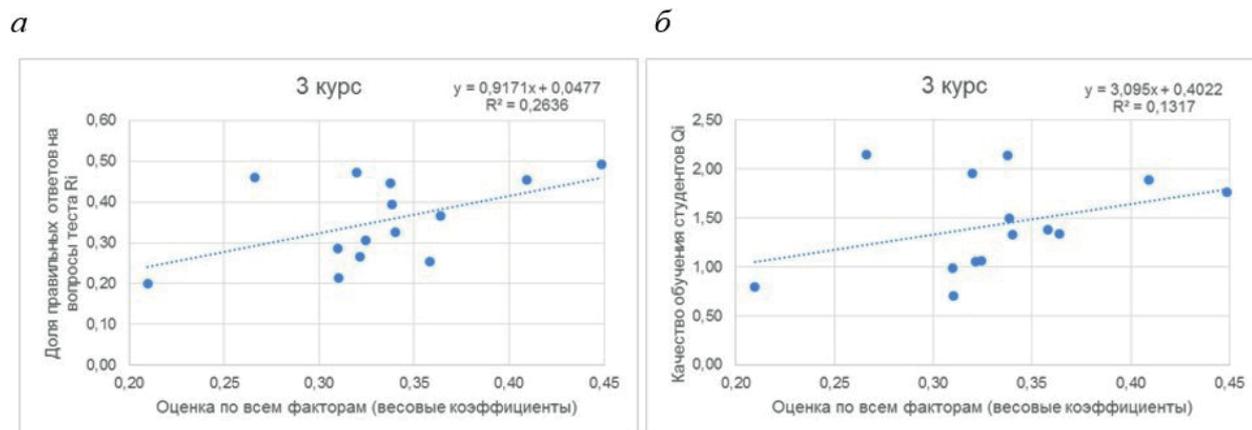


Рис. 4. Соотношение ключевых факторов и показателя качества образования

Fig. 4. Ratio of key factors and the indicator of the quality of education

на качество инженерного образования и методов их количественной оценки. В данной статье не предполагается подробное описание методики выбора этих факторов. К ключевым факторам, влияющим на качество инженерного образования, были отнесены следующие: мотивация студентов, вовлечённость студентов в учебный процесс, профессионализм профессорско-преподавательского состава, научно-исследовательская деятельность студентов, практико-ориентированность учебного процесса. По всем ключевым факторам были разработаны вопросы и проведено анкетирование, ответы на которое приведены к единой шкале по предложенной методике научной группы УНЦ ОТВПО.

На рис. 4 показаны результаты изучения влияния ключевых факторов на качество образования. Из графиков видно, что коэффициент корреляции между обобщенным показателем всех значимых факторов и долей правильных ответов  $R_i$ , и качеством обучения  $Q_i$  равен  $r=0,51$  и  $r=0,36$ , соответственно. Такой уровень положительной корреляции можно отнести к среднему. Очевидно, что перечисленные выше ключевые факторы особым образом влияют на качество образования. Например, один из ключевых факторов – научно-исследовательская деятельность студентов – был изучен научной группой УНЦ ОТВПО [4], и в результате было выявлено, что существует разница в том, как относятся студенты и преподаватели к оценке вовлечен-

ности студентов в научно-исследовательскую деятельность во время обучения.

### Заключение

Таким образом, полученные предварительные результаты исследования в основной массе подтверждают выдвинутые гипотезы о влиянии ключевых и дополнительных факторов на качество инженерной подготовки студентов к профессиональной деятельности. В ходе исследования определена средняя положительная корреляционная связь между такими показателями, как оценка по ключевым факторам и доля правильных ответов студентов по тестированию, или оценка по ключевым факторам и качество обучения. Также средняя корреляционная связь присутствует между средним баллом за обучение и долей правильных ответов, и авторским показателем качества обучения студентов. Тем не менее для таких показателей, как сумма долей правильных ответов, показателем качества обучения студентов и баллом при поступлении в университет, определена слабая положительная корреляционная связь.

Полученные результаты вносят вклад в научный задел по тематике исследования, рекомендуется продолжение работ по исследованию подхода для количественной оценки качества инженерного образования в процессе подготовки студентов к профессиональной деятельности.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Минобрнауки сообщило об исключении российских вузов из Болонской системы. URL: <https://www.rbc.ru/politics/06/06/2022/629dec299a7947a0e3d5426f> (дата обращения 06.06.2022).
2. «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 21.05.02 Прикладная геология» (с изменениями и дополнениями) Редакция с изменениями № 1456 от 26.11.2020. Приказ Министерства науки и высшего образования РФ от 12 августа 2020 г. № 953 URL: [https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Spec/210502\\_C\\_3\\_18062021.pdf](https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Spec/210502_C_3_18062021.pdf) (дата обращения 06.06.2022).
3. Программа развития «Приоритет-2030» // Томский политехнический университет. URL: <https://prioritet.tpu.ru/> (дата обращения 06.06.2022).
4. Савинова О.В. Апробация экспертного семинара по теме «Вовлеченность студентов в научно-исследовательскую работу во время обучения» // Инженерное образование. – 2021. – № 29. – С. 34–44.

Дата поступления 07.06.2022 г.

UDC 378.14.015.62

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_8

## STUDYING THE APPROACH USING QUANTITATIVE METHODS TO MEASURE THE LEVEL OF PREPAREDNESS OF STUDENTS FOR PROFESSIONAL ACTIVITIES

**Olesya V. Savinova,**

Cand. Sc., associate professor, expert,  
logvinenkoov@tpu.ru

**Igor O. Muravlev,**

Cand. Sc., associate professor, head of Department,  
iom@tpu.ru

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

The paper presents the intermediate results of studying the approach using quantitative methods to measure the level of students' preparedness for professional activities. The results of the study generally confirm the hypotheses put forward about the influence of key and additional factors on the quality of engineering training of students for professional activities. In the course of the study, correlations between the main indicators were determined. The results obtained contribute to the scientific background on the subject of the study and it is recommended to continue the work on the study of the approach.

**Key words:** Engineering education, specialist's degree, quality of engineering education, quality of professional training.

### REFERENCES

1. *Minobrnauki soobshchilo ob isklyuchenii rossiyskikh vuzov iz Bolonskoy sistemy* [The Ministry of Education and Science announced the exclusion of Russian universities from the Bologna system]. Available at: <https://www.rbc.ru/politics/06/06/2022/629dec299a7947a0e3d5426f> (accessed 06 June 2022).
2. «*Ob utverzhdenii federalnogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya – spetsialitet po spetsialnosti 21.05.02 Prikladnaya geologiya» (s izmeneniyami i dopolneniyami) Redaktsiya s izmeneniyami no. 1456 ot 26.11.2020. Prikaz Ministerstva nauki i vysshego obrazovaniya RF ot 12 avgusta 2020 g. no. 953* [«On approval of the Federal State Educational Standard of Higher Education – specialist's degree in the specialty 21.05.02 Applied Geology» (with amendments and additions) Edition with amendments no. 1456 of 11/26/2020. Order of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation of August 12, 2020 N 953]. Available at: [https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Spec/210502\\_C\\_3\\_18062021.pdf](https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Spec/210502_C_3_18062021.pdf) (accessed 06 June 2022).
3. Programma razvitiya «*Prioritet-2030*» [Development Program «Priority-2030»]. *Tomsk Polytechnic University*. Available at: <https://prioritet.tpu.ru/> (accessed 06 June 2022).
4. Savinova O.V. Approbation of an expert seminar on «students' involvement in research work during studying». *Engineering education*, 2021, no. 29, pp. 34–44. In Rus.

Received: 7 June 2022.

УДК 378.096

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_9

## ПОДГОТОВКА ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ ПО ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОМУ ПРОФИЛЮ

**Гузенкова Александра Сергеевна,**

кандидат технических наук, доцент, Департамент электронной инженерии,  
aguzenkova@miem.hse.ru

**Назарчук Александра Васильевна,**

директор, Центр подготовки иностранных слушателей,  
anazarchuk@hse.ru

**Шанько Полина Юрьевна,**

заместитель директора, Центр подготовки иностранных слушателей,  
pshanko@hse.ru

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,  
Россия, 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, 20.

Статья посвящена актуальной задаче обучения иностранных студентов в рамках довузовской подготовки, даны некоторые методические рекомендации по подготовке по физике слушателей по инженерно-техническому профилю из имеющегося опыта Центра подготовки иностранных слушателей НИУ ВШЭ.

**Ключевые слова:** Инженерно-технический профиль, довузовская подготовка иностранных слушателей, глоссария физических терминов для мультилингваперевода задач по физике различной сложности для иностранных слушателей подготовительных отделений”.

Согласно статистическим данным Центра подготовки иностранных слушателей НИУ ВШЭ (ЦПИС НИУ ВШЭ), который ведет обучение с 2015 г. по следующим профилям: экономический, гуманитарный, инженерно-технический, количество иностранных слушателей возрастает, такая же тенденция отмечается по инженерно-техническому профилю обучения ЦПИС НИУ ВШЭ.

В 2021–2022 гг. в 1,5 раза возросло количество желающих обучаться в ЦПИС НИУ ВШЭ платно, также можно заметить рост в 2021–2022 гг. по сравнению с 2020–2021 гг. поступающих в магистратуру.

Для обучения по инженерно-техническому профилю приезжают слушатели, имеющие направления Минобрнауки для подготовки к обучению на основных образовательных программах по следующим направлениям:

Шифр и направление:

21.03.01 Нефтегазовое дело

- 07.06.01 Архитектура
- 08.03.01 Строительство
- 10.03.01 Информационная безопасность
- 09.03.04 Программная инженерия
- 07.06.01 Архитектура
- 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

- 09.06.01 Информатика и вычислительная техника
- 23.03.01 Технология транспортных процессов
- 21.03.01 Нефтегазовое дело
- 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
- 27.04.05 Инноватика
- 07.03.01 Архитектура
- 08.03.01 Строительство
- 23.03.01 Технология транспортных процессов
- 21.05.04 Горное дело
- 07.06.01 Архитектура
- 35.04.09 Ландшафтная архитектура
- 08.03.01 Строительство
- 09.03.03 Прикладная информатика

В число вузов распределения, куда выпускники ЦПИС, закончившие обучение в рамках инженерно-технического профиля, направляются для продолжения обучения по основной образовательной программе, в первую очередь, входят вузы, которые специализируются на подготовке студентов по вышеуказанным направлениям: МГРИ-РГГРУ, ГУЗ, РУДН, МТУСИ, НИУ ВШЭ, РУТ (МИИТ), МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ).

В ЦПИС НИУ ВШЭ с 2015 г. успешно прошли обучение слушатели из разных стран: Йемен, Египет, Бангладеш, Китай, Камбоджа,

Перу, Турция, Корея, Болгария, Индонезия, Гватемала, Колумбия, Таджикистан, Марокко, Сальвадор, Иран, Алжир, ЮАР, Иордания, Эквадор, Турция, Китай, Чили, Сомали, Эфиопия, Афганистан, Экв. Гвинея, Шри-Ланка, Сирия, Алжир, Мозамбик, Сербия, Замбия, Вьетнам, Болгария, Куба.

Кроме изучения курса русского языка, обучение в рамках инженерно-технического профиля предполагает освоение и сдачу общеобразовательных дисциплин: математика, физика и информатика. Преподавание общеобразовательных дисциплин ведется на русском языке и включает в себя также задачу обучить слушателей языку будущей специальности.

С целью учета проблем, возникших при онлайн обучении слушателей в 2020–2021 гг., выбравших инженерно-технический профиль в Центре подготовки иностранных слушателей НИУ ВШЭ, было проведено анкетирование группы иностранных слушателей, изучающих физику, из тринадцати стран: Алжира, Афганистана, Сербии, Сирии, Китая, Экваториальной Гвинеи, Мозамбика, Вьетнама, Шри-Ланки, Чили, Замбии, Сомали, Ирана.

В проведенном анкетировании, используя инструментарий социологического опроса на русском и английском языках [1–4] для данной группы слушателей, изучающих физику онлайн, были заданы вопросы, связанные с непосредственной

Что явилось для Вас основным мотивом решения обучаться в России? What was the primary motivation for your decision to study in Russia?

21 ответ

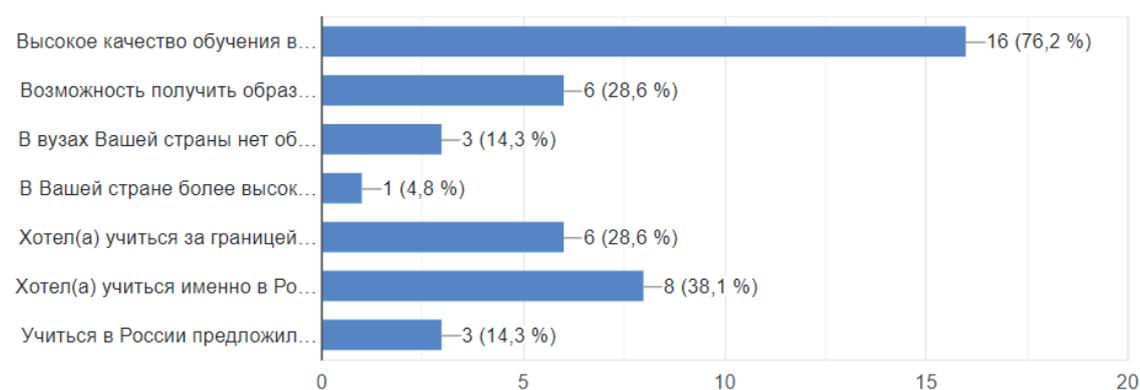


Рис. 1. Основной мотив обучения в России (группа онлайн слушателей по физике 2020–2021 гг., по инженерно-техническому профилю)

Fig. 1. The main motive for studying in Russia (a group of online students in physics in 2020–2021, in engineering and technical profile)

Почему Вы выбрали эту специальность? Why did you choose this specialty?

21 ответ

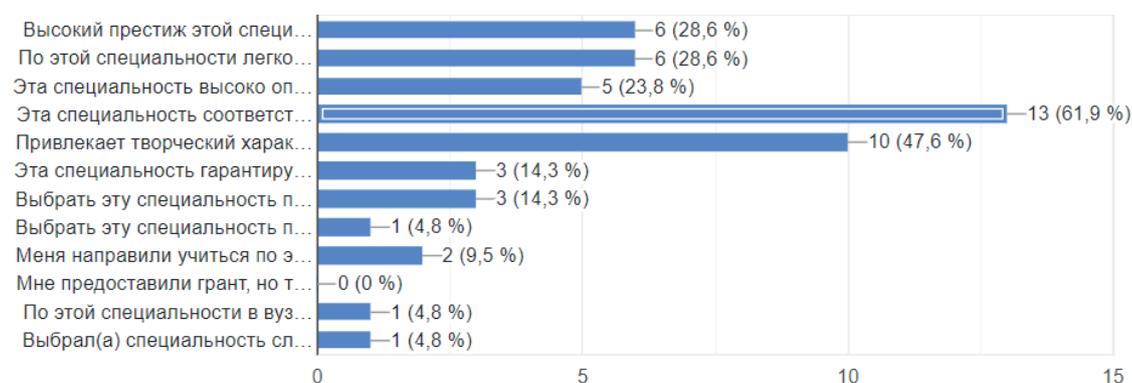


Рис. 2. Выбор специальности по инженерно-техническому профилю

Fig. 2. Choosing a specialty according to the engineering and technical profile

подготовкой по инженерно-техническому профилю, основные из которых приведены ниже.

Основной мотивацией обучения для данной группы слушателей в России стала возможность получить качественное образование по инженерно-техническому профилю.

Слушатели отметили, что выбрали технические специальности осознанно и считают, что выбранные технические специальности соответствуют их способностям и навыкам, также был отмечен творческий характер выбранной профессии, ее престиж, легкость трудоустройства и высокая оплата труда.

Анкетирование показало, что 57,1 % опрошенных слушателей данной группы чувствуют нехватку знаний, полученных в области физики и математики в их стране.

Чувствуете ли Вы недостаток полученных Вами знаний в средней школе в Вашей стране по физике и математике (Do you feel the lack of knowledge you got in high school in your country in physics and mathematics?)

21 ответ

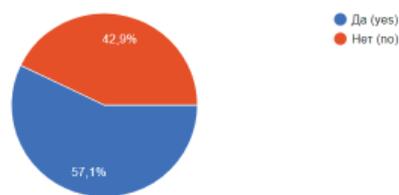


Рис. 3. Востребованность дополнительных знаний по предметам

Fig. 3. Demand for additional knowledge in subjects

На основании анкетирования были выявлены основные проблемы данной группы слушателей, выбравших в 2020–2021 гг. для изучения физику (рис. 4).

Трудности в обучении физики 71,4 % из данной группы связывают с трудностями технического русского языка, на втором месте –

57,1 % трудности русского языка и на третьем месте – 38,1 % трудности перевода.

Также среди трудностей, выявленных в результате анкетирования данной группы, изучающей физику 2020–2021 гг., это разный уровень подготовки по физике, математике, английскому языку (рис. 5).

В связи с выявленными трудностями и необходимостью онлайн обучения по физике в 2020г. в рамках проекта МИЭМ НИУ ВШЭ № 218 «Разработка глоссария физических терминов для мультилингваперевода задач по физике различной сложности для иностранных слушателей подготовительных отделений» была начата работа по структурированию и размещению материалов по физике в электронный глоссарий (рис. 1) [5, 6].

Основные разделы глоссария (рис. 6) составлены согласно требованиям к освоению дополнительных общеобразовательных программ Министерства образования и науки РФ [6], обеспечивающих подготовку иностранных граждан и лиц без гражданства к освоению профессиональных образовательных программ на русском языке рис. 1 [5, 6].

Анкетирование выявило сложности с техническим русским языком, разный уровень знаний по математике и физике, поэтому в глоссарий введены два дополнительных раздела: общие технические термины и математический аппарат физики.

Основные языки глоссария выбраны в соответствии со статистическими данными ЦПИС НИУ ВШЭ о количестве поступающих из разных стран по инженерно-техническому профилю. Языки в глоссарий могут дополняться. Кроме того, у слушателя есть возможность составления собственного словаря на основе данного глоссария.

21 ответ

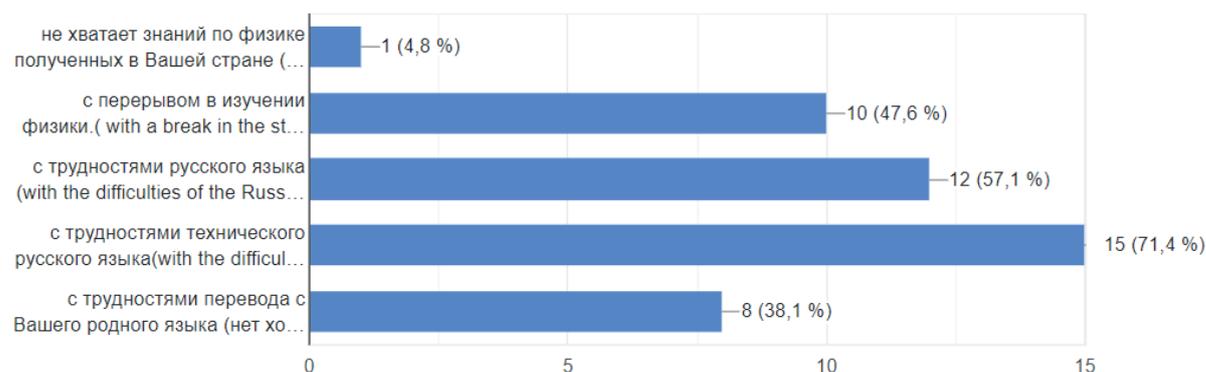


Рис. 4. Трудности в изучении физики по оценке слушателей 2020–2021 гг.

Fig. 4. Difficulties in studying physics according to students in 2020–2021

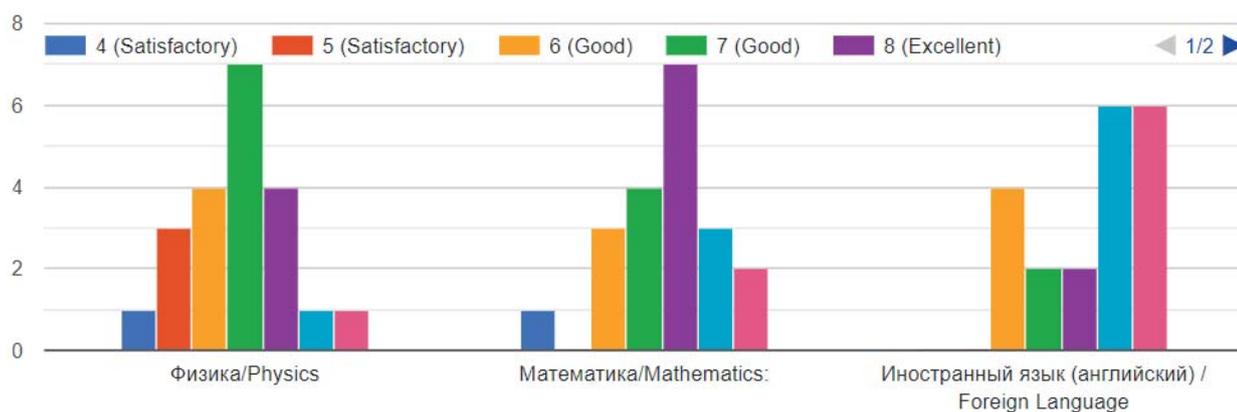


Рис. 5. Итоговые оценки по перечисленным дисциплинам (предметам), указанные в документе, полученном по окончании среднего учебного заведения

Fig. 5. Final grades for the listed disciplines (subjects) indicated in the document received at the end of a secondary educational institution

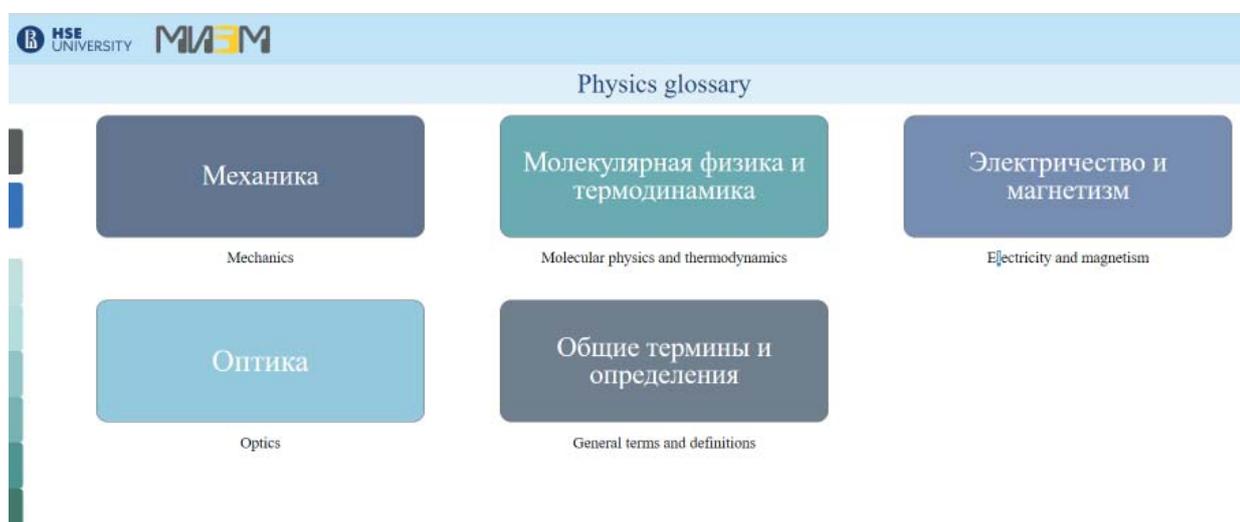


Рис. 6. Разделы глоссария физических терминов

Fig. 6. Sections of the glossary of physical terms



Рис. 7. Языки глоссария

Fig. 7. Glossary languages



Рис. 8. Подразделы глоссария  
Fig. 8. Glossary subsections

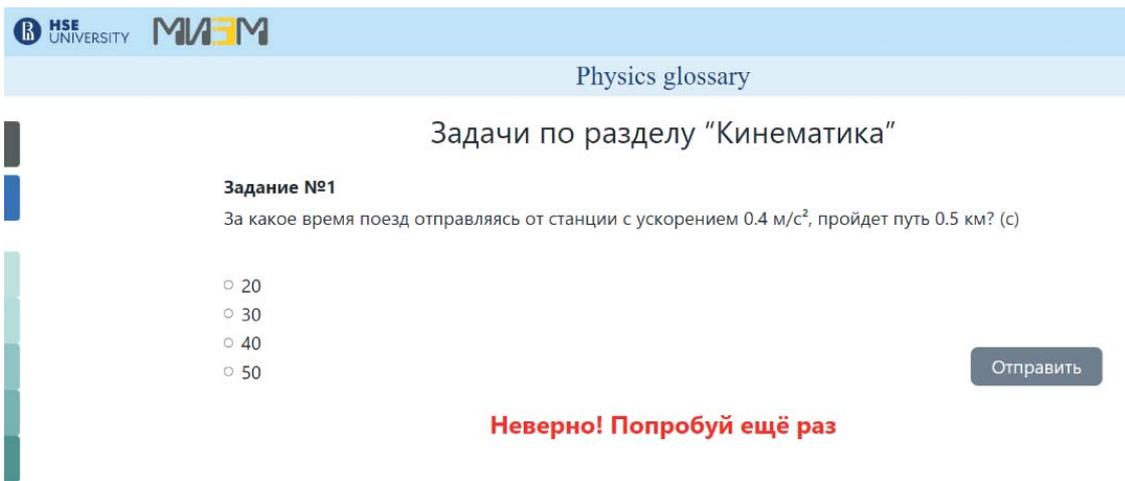


Рис. 9. Контроль полученных знаний по физике  
Fig. 9. Control of acquired knowledge in physics

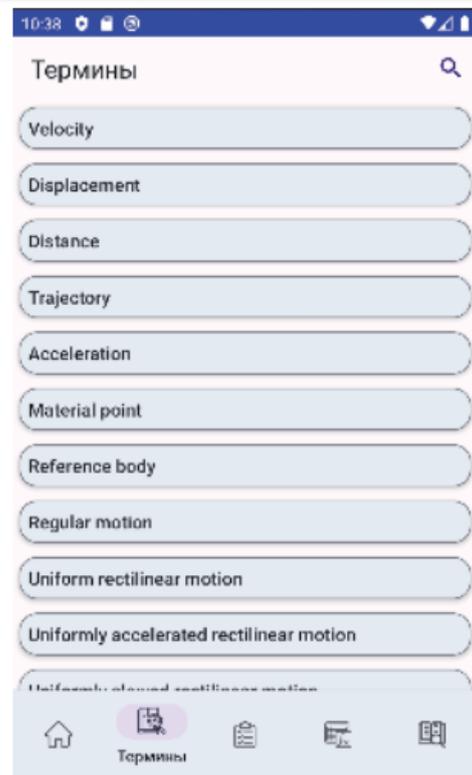
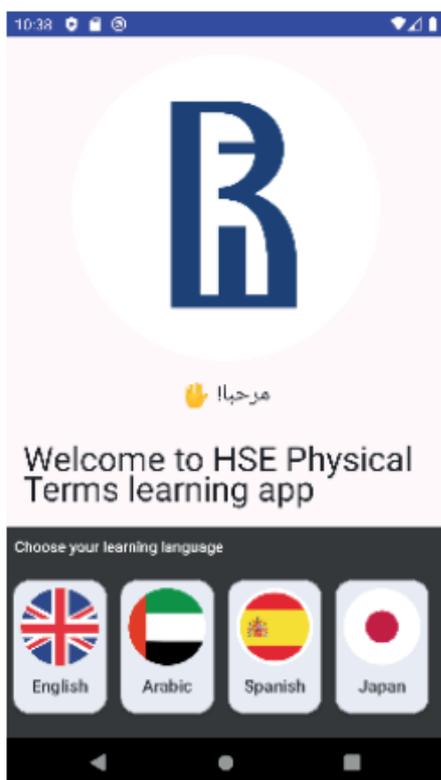


Рис. 10. Мобильное приложение к глоссарию (дополнение 2011–2022 гг.)  
Fig. 10. Glossary mobile application (2011–2022 update)

Подразделы глоссария составлены так, чтобы закрепить полученные на занятии знания по каждому разделу, связать между собой термины, определения и формулы.

С целью подготовки слушателя к итоговому экзамену по физике все контрольные задания, задачи и тесты составлены на русском языке и включают возможность повторного прохождения.

Важной проблемой, выявленной в результате анкетирования группы студентов 2020–2021 гг., стала проблема с нестабильным подключением к интернету у слушателей из Сомали, Экваториальной Гвинеи, что показало необходимость разработки в рамках проекта МИЭМ НИУ ВШЭ № 218 «Разработка глоссария физических терминов для мультилингваперевода задач по физике различной сложности для иностранных слушателей подготовительных отделений» мобильного приложения без подключения к интернету, что было сделано в 2021–2022 гг. (рис. 10) [6]. Также в 2021–2022 гг.,

согласно требованиям к освоению дополнительных общеобразовательных программ Министерства образования и науки РФ [7], был добавлен раздел «Лабораторный практикум» (рис. 7).

Разработка информационного и программного обеспечения для решения задач по физике различной сложности для иностранных слушателей подготовительных отделений, прежде всего на русском языке, повышает интерес иностранных студентов к обучению по инженерно-техническому направлению по физике и вместе с тем стимулирует к изучению русского языка и технического русского языка.

На сегодняшний день глоссарий помогает иностранным слушателям изучить и закрепить термины, определения и грамматические конструкции, решать задачи различной сложности по физике на русском языке, а также стал важной частью самостоятельной работы слушателей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Привлечение иностранных студентов в российские университеты. Практическое руководство: монография / Е.В. Вашурина, О.А. Вершинина, Ч.Ф. Газиева, Я.Ш. Евдокимова, А.А. Крылов, С.А. Мухамедиева, О.В. Павлова, Ф.А. Хайдаров. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 234 с.
2. Арефьев А.Л., Шереги Ф.Э. Иностранные студенты в российских вузах. Раздел первый: Россия на международном рынке образования. Раздел второй: Формирование контингента иностранных студентов для российских вузов. – М.: Центр социологических исследований, 2014. – 228 с. URL: [https://www.5top100.ru/upload/iblock/be8/inostrannye\\_stydeny.pdf](https://www.5top100.ru/upload/iblock/be8/inostrannye_stydeny.pdf) (дата обращения: 16.01.2022).
3. Инженерное образование как источник повышения конкурентоспособности на международном рынке / А.С. Гузенкова, М.О. Нерето, И.Н. Исаева, Д.М. Макрушина // Инженерное образование. – 2018. – № 24. – С. 8–16.
4. Первичная анкета иностранного кандидата, рекомендованного для обучения в рамках выделенной квоты российских государственных стипендий // Российское образование для иностранных граждан: информационно-аналитическая система. URL: <http://www.russia.edu.ru/forma/2012/> (дата обращения: 16.01.2022).
5. Отчет по проектной работе № 218 «Разработка глоссария физических терминов для мультилингваперевода задач по физике различной сложности для иностранных слушателей подготовительных отделений» / А.С. Гузенкова, А. Тюрина, Ю.Г. Таранченко, Л. Аль-Бухари, А.В. Сюракшина. – Москва, 2021. – 71 с.
6. Отчет по проектной работе № 218 «Разработка глоссария физических терминов для мультилингваперевода задач по физике различной сложности для иностранных слушателей подготовительных отделений» / А.С. Гузенкова, Е.А. Муленко, К.К. Галузина, А.А. Чулаевский, П.И. Громова. – Москва, 2022. – 72 с.
7. «Об утверждении требований к освоению дополнительных общеобразовательных программ, обеспечивающих подготовку иностранных граждан и лиц без гражданства к освоению профессиональных образовательных программ на русском языке». Приказ Министерства образования и науки РФ от 3 окт. 2014 г. № 1304. URL: <https://base.garant.ru/70805592/> (дата обращения: 16.01.2022).

Дата поступления: 27.02.2022 г.

UDC 378.096

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_9

## TRAINING FOREIGN STUDENTS IN ENGINEERING AND TECHNICAL PROFILE

**Aleksandra S. Guzenkova,**Cand. Sc., associate professor,  
aguzenkova@miem.hse.ru**Alexandra V. Nazarchuk,**director,  
anazarchuk@hse.ru**Polina Yu. Shanko,**deputy director,  
pshanko@hse.ruInternational Preparatory Year, HSE University,  
20, Myasnitskaya street, Moscow, 101000, Russia.

The paper considers the actual task of teaching foreign students in the framework of pre-university training, some methodological recommendations are given for training students in physics in engineering and technical profile from the existing experience of HSE's International Preparatory Year.

**Key words:** International market of educational services, engineering and technical profile, pre-university training of foreign citizens.

## REFERENCES

1. Vashurina E.V., Vershinina O.A., Gazieva Ch.F., Evdokimova Ya.Sh., Krylov A.A., Mukhamedieva S.A., Pavlova O.V., Khaydarov F.A. *Privlechenie inostrannykh studentov v rossiyskie universitety. Prakticheskoe rukovodstvo* [Attracting foreign students to Russian universities. Practical guide]. Ekaterinburg, Ural University Publ., 2016. 234 p.
2. Arefyev A.L., Sheregi F.E. *Inostrannye studenty v rossiyskikh vuzakh. Razdel pervy: Rossiya na mezhdunarodnom rynke obrazovaniya. Razdel vtoroy: Formirovanie kontingenta inostrannykh studentov dlya rossiyskikh vuzov* [Foreign students in Russian universities. Section one: Russia in the international education market. Section two: Formation of a contingent of foreign students for Russian universities]. Moscow, Tsentr sotsiologicheskikh issledovaniy Publ., 2014. 228 p. Available at: [https://www.5stop100.ru/upload/iblock/be8/inostrannye\\_stydeny.pdf](https://www.5stop100.ru/upload/iblock/be8/inostrannye_stydeny.pdf) (accessed: 16 January 2022).
3. Guzenkova A.S., Nereto M.O., Isaeva I.N., Makrushina D.M. Engineering education as a source of increasing competitiveness in the international market. *Engineering education*, 2018, no. 24, pp. 8–16. In Rus.
4. Pervichnaya anketa inostrannogo kandidata, rekomendovannogo dlya obucheniya v ramkakh vydelennoy kvoty rossiyskikh gosudarstvennykh stipendiy [Primary questionnaire of a foreign candidate recommended for study within the allocated quota of Russian state scholarships]. *Rossiyskoe obrazovanie dlya inostrannykh grazhdan: informatsionno-analiticheskaya sistema*. Available at: <http://www.russia.edu.ru/forma/2012/> (accessed: 16 January 2022).
5. Guzenkova A.S., Tyurina A., Taranchenko Yu.G., Al-Bukhari L., Syurakshina A.V. *Otchet po proektnoy rabote № 218 «Razrabotka glossariya fizicheskikh terminov dlya multilingvaperevoda zadach po fizike razlichnoy slozhnosti dlya inostrannykh slushateley podgotovitelnykh otdeleniy»* [Report on project work no. 218 «Development of a glossary of physical terms for multilingual translation of problems in physics of varying complexity for foreign students of preparatory departments»]. Moscow, 2021. 71 p.
6. Guzenkova A.S., Mulyenko E.A., Galuzina K.K., Chulaevskiy A.A., Gromova P.I. *Otchet po proektnoy rabote № 218 «Razrabotka glossariya fizicheskikh terminov dlya multilingvaperevoda zadach po fizike razlichnoy slozhnosti dlya inostrannykh slushateley podgotovitelnykh otdeleniy»* [Report on project work no. 218 «Development of a glossary of physical terms for multilingual translation of problems in physics of varying complexity for foreign students of preparatory departments»], Moscow, 2022. 72 p.
7. «Ob utverzhdenii trebovaniy k osvoeniyu dopolnitelnykh obshcheobrazovatelnykh programm, obespechivayushchikh podgotovku inostrannykh grazhdan i lits bez grazhdanstva k osvoeniyu professionalnykh obrazovatelnykh programm na russkom yazyke». *Prikaz Ministerstva obrazovaniya i nauki RF ot 3 okt. 2014 g. № 1304* [«On approval of the requirements for the development of additional general education programs that provide training for foreign citizens and stateless persons to master professional educational programs in Russian». Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated 3 October. 2014 No. 1304]. Available at: <https://base.garant.ru/70805592/> (accessed: 16 January 2022).

Received: 27 February 2022.

УДК 378

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_10

## ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЮ КАЧЕСТВА ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Похолков Юрий Петрович<sup>1,2</sup>,

доктор технических наук, профессор, руководитель учебно-научного центра  
«Организация и технологии высшего профессионального образования»;  
президент,  
yuror@mail.ru

<sup>1</sup> Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.

<sup>2</sup> ООО «Ассоциация инженерного образования России»,  
Россия, 119991, г. Москва, Ленинский пр., 6, стр. 21.

В статье излагается подход к количественной оценке качества инженерного образования, позволяющий надеяться на возможность создания в будущем системы управления качеством инженерного образования. Приведён анализ проблем и проблемных ситуаций в инженерном образовании. Сформулированы постулаты и принципы организации инженерного образования, позволяющие предложить алгоритм действий и математический аппарат для количественной оценки результатов обучения и качества инженерного образования. Принятые допущения позволили представить комплексный портрет качества инженерного образования, включающий не только перечень требуемых компетенций, но также уровень сформированности у выпускников и студентов инженерных программ мировоззрения устойчивого развития, уровень развития инженерного мышления и уровень мотивации к инженерному труду и самосовершенствованию. В заключение сформулированы задачи, решение которых представляется необходимым при создании системы управления качеством инженерного образования.

**Ключевые слова:** Качество инженерного образования, инженерная деятельность, выпускники, инженерная образовательная программа, проблемные ситуации, постулаты, принципы, компетенции, мировоззрение устойчивого развития, инженерное мышление, мотивация, методика количественной оценки, оценка качества, алгоритм действий.

### Введение

Инженерное образование волнует не только инженерно-образовательное сообщество, формирующее его качество, но и другие социальные группы населения, так как качество жизни конкретных людей, их благополучие, благополучие общества в целом, успехи в развитии государства во многом определяются качеством подготовки инженеров и результатами инженерного труда [1].

Внимание к проблемам инженерного образования в российском и международном инженерно-образовательном сообществе не ослабевает на протяжении многих десятилетий [2–4]. Национальные и международные научные, научно-методические, научно-практические семинары, конференции, школы, стратегические сессии, парламентские и общественные слушания – в онлайн и оффлайн форматах – хорошие площадки для обсуждения и принятия рекомендаций по разрешению проблемных ситуаций в этой сфере.

Анализ направлений исследований и обсуждаемых конкретных проблем в области

инженерного образования позволяет выделить «болевы́е точки», прикосновение к которым вызывает острые неоднозначные реакции в преподавательской среде и в реальном секторе экономики (производство, общество, власть, бизнес). Одной из таких «болевы́х точек» является качество инженерного образования.

Как социальная категория качество образования в целом определяет «состояние и результат образовательного процесса, его *соответствие потребностям* и ожиданиям общества (различных социальных групп) в развитии и формировании гражданских, бытовых и профессиональных компетенций личности» [5].

Представление качества инженерного образования как *требуемая степень сформированности профессиональной и личностной компетентности* специалиста с высшим образованием, подготавливаемого для работы в области техники и технологии, безусловно, содержит необходимость учитывать конкретные требования всех заинтересованных сторон (стейкхолдеров) к главному «продукту» инже-

нерного вуза – выпускнику инженерной программы. Спектр стейкхолдеров только на первый взгляд не широк – личность, общество, государство. Однако детальный его анализ показывает, что перечень заинтересованных сторон более чем разнообразен: студенты, их близкие, работодатели, сотрудники и администрация вузов, гражданское общество, бизнес, муниципальные, региональные и федеральные структуры, Министерство образования, государство в целом.

Как правило, спектр требований стейкхолдеров также разнообразен по направлениям и уровням, а иногда даже противоречив, что существенно усложняет для вуза решение задачи по обеспечению (гарантиям) необходимого качества инженерного образования выпускников. Неудовлетворённость качеством инженерного образования проявляется в попытках заинтересованных сторон оказать влияние на его уровень.

Наиболее яркой иллюстрацией такой реакции со стороны реального сектора экономики может служить открытие при крупных вертикально-интегрированных компаниях корпоративных университетов (в мире и России), объявление проектов «ТОП 5-100» и «Приоритет-2030» и других «грантовых» проектов, цели которых связаны с необходимостью обеспечивать более высокий уровень образования, в том числе инженерного [6–8].

Другими примерами таких реакций, но уже со стороны инженерно-образовательного сообщества, является инициатива CDIO, зародившаяся в 2000 г. в Массачусетском технологическом университете (MIT, США), подхваченная сегодня более чем полутора сотнями университетов в мире (в России – 16), создание и функционирование базовых кафедр в составе предприятий, применение практико- и проблемно-ориентированных образовательных программ и образовательных технологий и др. [9–11].

Система гарантий качества инженерного образования, принятая в мировом и отечественном инженерно-образовательном сообществе, представляется в виде «пирамиды качества».

В основании пирамиды – базовый элемент системы гарантий качества инженерного образования – высшее учебное заведение, его организационная и материальная база, уровень квалификации научно-педагогического состава (НПС), степень связи с производ-

ством, развитость и результативность научной и инженерной деятельности, активность студентов в учебной, научной и инженерной деятельности [12]. На этом базовом уровне должны быть обеспечены качество труда и средств труда НПС, качество абитуриентов, качество содержания инженерных образовательных программ и образовательных технологий, инфраструктуры вуза и пр.

Этажом выше в пирамиде располагается вузовская система менеджмента качества, позволяющая, при определённых условиях, гарантировать стабильность и качество технологического процесса реализации инженерных образовательных программ в вузе.

Важным элементом системы гарантий качества инженерного образования является государственная аккредитация вуза и, в её процессе, выборочная аккредитация инженерных образовательных программ, проверка их качества и соответствия требованиям государственных и профессиональных стандартов.

Следующий уровень пирамиды качества представлен профессионально-общественной аккредитацией инженерных образовательных программ отечественного или международного уровня, гарантирующий, в случае успешного прохождения аккредитации, признание качества, полученного по программе инженерного образования в международном и/или отечественном инженерно-образовательном пространстве.

И, наконец, в вершине пирамиды располагается самый важный, контролирующий элемент системы гарантий качества инженерного образования – сертификация профессиональных квалификаций [13]. Сертификация профессиональных квалификаций инженеров позволяет гарантировать качество инженерного образования с учётом мнения профессионального инженерного экспертного сообщества. Это мнение базируется не только на информации об уровне образования конкретного выпускника и результатах его профессиональной инженерной деятельности, но также учитывает и мировоззренческие аспекты, отношение к природе, к человеку...

Получение сертификата профессионального инженера возможно только при обязательном наличии определённого периода производственной деятельности (от 3 до 7 лет, в зависимости от страны).

Важно то, что в большей части стран, имеющих систему сертификации профессиональ-

ных инженеров и, следовательно, национальные регистры профессиональных инженеров, эта система имеет определённый правовой статус и государственное признание.

Таким образом, именно по результатам этого заключительного этапа/элемента системы, действительно, с большей степенью достоверности, можно судить о качестве инженерного образования, полученного выпускниками конкретных инженерных образовательных программ конкретных вузов. Количественной оценкой уровня качества инженерного образования в этом случае могла бы быть доля выпускников (программы, вуза), получивших сертификат профессионального инженера через 3–7 лет после окончания вуза. Однако корректирование процесса подготовки специалистов в вузе, с опорой на эту информацию, может быть предпринято с большим запаздыванием по времени.

Признавая безусловные достоинства сложившейся к настоящему времени системы гарантий качества инженерного образования, следует отметить отсутствие практики использования в ней адекватных, непротиворечивых методов количественной оценки качества инженерного образования, позволяющих оперативно управлять уровнем качества на всех стадиях процесса подготовки будущих инженеров и, таким образом, оказывать позитивное влияние на качество инженерного образования. Появившиеся в последнее время редкие публикации, продвигающие инженерно-образовательное сообщество к решению этой проблемы, настойчиво свидетельствуют об её актуальности и остроте [13–15].

На сегодня положение с оценкой качества инженерного образования может быть проиллюстрировано следующими фактами:

1. Как правило, количественная оценка качества инженерного образования не является формально требуемым показателем деятельности вуза, подготавливающего будущих инженеров.
2. В неформальных ситуациях для оценки качества инженерного образования вуз использует показатель «число заявок от работодателей на одного выпускника». Известно, что за уровень этого показателя будет učinён строгий спрос с заведующего профилирующей кафедры. В этих условиях показатель не столько характеризует качество образования, сколько усилия заведующего кафедрой и главным образом востре-

бованность выпускников данного профиля в этом регионе, в конкретной экономической ситуации, для решения конкретных задач работодателей, требования которых к качеству образования могут быть различными.

3. Нередко для характеристики качества образования используют средний балл выпускников или процент выпускников, оканчивающих вуз «с отличием». При этом все понимают, что использование этого показателя в условиях «подушевого» финансирования вуза (деньги – за студентом) и платного образования (иностранцы, отечественные внебюджетные студенты) с учётом необходимости выполнения показателей по привлечению внебюджетных средств за счёт ДПО может привести к получению весьма «лукавых» цифр.
4. В ряде случаев для оценки качества образования используют характеристику, подобную сертификации профессиональных инженеров – доля выпускников, работающих на ведущих, лидирующих предприятиях (в стране, мире), на высоких позициях, использование которой также не позволяет оперативно корректировать учебный процесс в интересах качества образования.

Этот краткий анализ показывает, что в настоящее время в системе инженерного образования отсутствуют методы, инструменты и регламенты адекватной, объективной и независимой оценки качества образования, позволяющие оценивать и регулировать его качество в процессе подготовки будущих инженеров в вузе.

К этому следует добавить, что общепринятые определения понятия качества образования ориентированы скорее на оценку степени удовлетворённости заказчиков выпускников инженерных программ, которая, во-первых, может зависеть от целого ряда факторов, не имеющих отношения к качеству образования, а, во-вторых, может быть ошибочно признана высокой по причине низкого уровня предъявляемых к выпускникам требований.

Целью статьи является попытка сформулировать и обосновать принципы и подходы к непротиворечивой количественной оценке качества инженерного образования, а также предложить математический алгоритм (аппарат), позволяющий осуществлять промежуточную (в процессе обучения) и итоговую количественную оценку уровня подготовлен-

ности будущего инженера к осуществлению успешной профессиональной инженерной деятельности, что в конечном итоге и характеризует качество инженерного образования. Предложенные методы могут позволить также выявить и исследовать роль различных факторов, влияющих на качество инженерного образования.

Представленные в статье подходы и методы количественной оценки результатов обучения и качества инженерного образования были успешно применены в 2020–2021 учебном году. В рамках планового исследования, проводимого в Томском политехническом университете, были проведены оценка и анализ результатов обучения студентов, подготавливаемых по программам бакалавриата, магистратуры и специалитета по 6 инженерным направлениям.

Демонстрация результатов этих исследований планируется в последующих публикациях участников исследований и не входит в число задач настоящей статьи.

Последовательность шагов по достижению поставленной цели может быть представлена следующим рядом:

- I. Описание проблемных ситуаций
- II. Формулирование постулатов
- III. Принятие допущений
- IV. Выбор методологии
- V. Формулирование принципов
- VI. Алгоритм действий, математический аппарат
- VII. Анализ результатов и формулирование рекомендаций

### I. Проблемные ситуации

Рамки небольшой статьи не позволяют представить полный обзор и анализ проблем и проблемных ситуаций в инженерном образовании, поэтому ограничимся здесь только перечислением наиболее острых, ключевых проблем, касающихся больше оценки качества инженерного образования, решение которых может открыть путь к разработке системы управления качеством инженерного образования в вузе и усовершенствованию механизма гарантий качества инженерного образования, получаемого выпускниками инженерных программ.

Кратко перечень проблемных ситуаций может быть представлен следующим образом:

1. Отсутствие признанных инженерно-образовательным сообществом методов коли-

чественной оценки качества инженерного образования не позволяет эффективно управлять этой важнейшей характеристикой в процессе подготовки будущих инженеров в вузе. Использование для этой цели среднего балла студента/выпускника представляется противоречивым.

2. Компетентностный подход к организации подготовки выпускников инженерных образовательных программ в настоящее время в значительной степени формален. Наиболее полно он используется при разработке образовательных программ и рабочих программ дисциплин, однако в процессе обучения и особенно при контроле результатов обучения его использование существенно снижено или отсутствует полностью.
3. Содержание компетенций (знания, умения, навыки/владения) формально соответствует требованиям профессиональных и образовательных стандартов, однако при контроле результатов обучения требования к умениям и практическим навыкам, степени сформированности инженерного мышления и уровню мотивации выпускников к обучению и к инженерной деятельности в выбранном направлении далеко не всегда учитываются.
4. В профессиональных и образовательных стандартах и при реализации образовательного процесса, нацеленного на подготовку будущих инженеров, недостаточное внимание уделяется формированию у выпускников мировоззрения устойчивого развития, которое в конечном итоге позволяет обеспечивать научно-технический прогресс, экономное расходование ресурсов, качество жизни и технологическую культуру населения.
5. Реализация практико- и проблемно-ориентированности учебного процесса, направленного на качественную подготовку будущих инженеров, затруднена из-за отсутствия условий, позволяющих вузу эффективно использовать ресурсы производства для организации практик, стажировок студентов и преподавателей, включая активное участие представителей реального сектора экономики в учебном процессе.
6. Формулировки положений статьи 96 Федерального закона N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», регламентирующей профессионально-общественную

аккредитацию образовательных программ, слабо стимулирует администрацию вузов к использованию этого вида аккредитации. Выборочный контроль образовательных программ в процессе госаккредитации вузов не гарантирует приемлемый уровень качества всех программ вуза.

7. Отсутствие государственно признанной системы сертификации профессиональных инженеров (национального регистра профессиональных инженеров) является не только одной из главных причин, препятствующих созданию эффективной отечественной системы гарантий качества инженерного образования, но и не способствует укреплению института инженеров в России.
8. Подготовка для инженерной деятельности бакалавров и магистров, без их последующей сертификации как профессиональных инженеров, сокращение числа специалистов с дипломами/сертификатами, подтверждающими их принадлежность к профессиональному инженерному сообществу, создают риск размывания института инженеров в России, а возможно, и к полной его потере.

Совершенствование отечественной системы гарантий качества инженерного образования высокого уровня потребует системных действий, в числе которых и действия по разрешению перечисленных здесь проблемных ситуаций.

## II. Постулаты

*Формулирование и принятие постулатов не требует их доказательств, но может явиться базой для выбора подходов и инструментов по выходу из проблемных ситуаций.*

*Представление понятия «качество инженерного образования» как некоего образа/портрета инженерного образования позволяет сформулировать постулаты, опора на которые может помочь в доказательстве «теорем», касающихся проблем качества.*

1. Любой образ является сложным и может быть представлен композицией бесконечного числа измеряемых<sup>9</sup> признаков, ориентируясь на которые может быть про-

<sup>9</sup> при иррациональном подходе возможно предположить, что существуют и не измеряемые, «чувственные» признаки, ориентируясь на которые может быть произведена субъективная качественная оценка образа в целом.

изведена объективная количественная оценка образа в целом. Всегда существует достаточное/минимальное количество измеряемых признаков для приемлемой (допустимой) количественной оценки образа в целом. *Качество инженерного образования – сложная система, образ которой может быть представлен минимальным/достаточным набором составляющих, количественная оценка которых может быть осуществлена как отдельно, так и в совокупности.*

2. Оценочное суждение индивида/потребителя об образе опирается на набор ценностей, которым он неизменно следует. Всегда найдутся более, чем два индивида, имеющие одинаковый набор ценностей.
3. Мировоззрение устойчивого развития (набор ценностей) в современном мире свойственно широкому спектру стейкхолдеров инженерного образования. Сформированность этого мировоззрения у выпускников инженерных программ существенно повысит качество их инженерного образования и расширит их востребованность.
4. Для каждого индивида всегда имеется хотя бы один наиболее привлекательный образ, характеризующийся набором определённых признаков. Всегда существует возможность диверсифицировать набор признаков, характеризующих образ, позволяющий удовлетворить индивида.
5. Диверсификация инженерного образования – наиболее эффективный инструмент повышения уровня его качества в целом.
6. Нет предела совершенству образа. Всегда найдётся профессионал, способный его улучшить.

Качество инженерного образования можно повысить, привлекая к учебному процессу лидирующих профессионалов из реального сектора экономики.

## III. Допущения

1. Качество относительно, измеряемо, управляемо.

Определение – допущение:

**«Качество инженерного образования – степень соответствия достигнутых обобщённых результатов обучения выпускника инженерной образовательной программы сбалансированным требованиям стейкхолдеров, обеспечивающим его успешную профессиональную и инженерную деятельность».**

2. Обобщённые результаты обучения – **набор компетенций**, обозначенных конкретными стейкхолдерами<sup>10</sup>, а также компетенции и **иные характеристики специалиста**<sup>11</sup>, необходимые и достаточные для его **успешной профессиональной инженерной деятельности**, обозначенные в соответствии со стандартом вуза и другими требованиями.
3. Успешная профессиональная инженерная деятельность – профессиональная инженерная деятельность выпускника, демонстрирующая достижение **конкурентоспособных результатов, признанных инженерным сообществом**.
4. Иные характеристики специалиста, необходимые и достаточные для его успешной профессиональной инженерной деятельности:
  - *сформированность определённого мировоззрения;*
  - *развитость инженерного мышления;*
  - *уровень мотивации выпускника к обучению и к инженерной деятельности.*

#### IV. Методология

Методология исследования включает в себя подход «от общего к частному» и основывается на одном из девизов ООН, ориентирующих человеческое общество на достижение целей устойчивого развития: «думать глобально – действовать локально» [16].

Реализация этого подхода предполагает последовательное движение, в условиях принятых допущений, от общего непротиворечивого понятия «качество инженерного образования» к его составляющим, детализации результатов обучения, их количественной оценке и, с учётом требуемых уровней результатов обучения, к системе управления качеством инженерного образования в процессе подготовки конкретного буду-

щего инженера по конкретной инженерной образовательной программе/траектории. Методология предполагает использование системного подхода, методов социологических исследований (опросы, анкетирование), математического моделирования, статистической обработки результатов, а также использования метода экспертного семинара [17].

#### V. Принципы построения системы количественной оценки и обеспечения качества инженерного образования:

1. *Целевой подготовки* реализуется путём согласования с конкретным стейкхолдером (конкретными стейкхолдерами) требований к граничным значениям обобщённого показателя качества инженерного образования и его составляющим, а также методов и форм их количественной оценки.
2. *Ориентации на измеряемые признаки* реализуется путём выбора и использования признаков, ориентация на которые позволяет осуществить количественную оценку исследуемого параметра.
3. *Комплексности* предполагает, что показатель, характеризующий качество инженерного образования, – сложная комплексная характеристика, при оценке которой должен быть учтён вклад каждой составляющей (удельный вес) в общий итоговый результат.
4. *Единства размерности* реализуется выбором единой шкалы (0–1) для оценки уровня достигнутых результатов обучения (общих и частных), обеспечивающей возможность получения сравнительных оценок при проведении корректирующих мероприятий по управлению результатами обучения. Реализация принципа обеспечивается выбором для измерения признаков таких показателей, как доля и/или удельное значение.
5. *Универсальности* обеспечивается возможностью применения системы как для количественной оценки качества инженерного образования в целом, обеспечиваемого кафедрой, факультетом, вузом, так и для оценки конкретных/частных результатов обучения – оценки уровня подготовки к успешной профессиональной деятельности конкретного выпускника в конкретном направлении и виде инженерной деятельности (конструкторская, технологическая, инженерное предпринимательство...).

<sup>10</sup> Компетенции, формируемые у выпускника в интересах конкретных стейкхолдеров – обозначаются в профессиональных стандартах и других документах, в соответствии с которыми проводится подготовка специалиста.

<sup>11</sup> Компетенции, а также иные характеристики специалиста, необходимые и достаточные для успешной профессиональной инженерной деятельности, обозначаются в соответствии с государственным образовательным стандартом, стандартом вуза и требованиями отечественного и мирового инженерно-образовательного сообщества (требования международной профессионально-общественной аккредитации, сертификации профессиональных квалификаций, производственный опыт и др.)

## VI. Алгоритм действий и математический аппарат

Сформулированные постулаты, принципы и принятые допущения позволяют выстроить алгоритм действий и алгоритм расчёта для количественной оценки результатов обучения будущих инженеров и качества инженерного образования конкретного выпускника, группы выпускников какой-либо специальности, факультета, вуза...

Последнее даст возможность осуществлять детальный анализ действий вуза по подготовке выпускников к успешной профессиональной инженерной деятельности, а также сформулировать рекомендации по совершенствованию этой деятельности.

**Алгоритм построения системы оценки качества инженерного образования включает следующие действия:**

1. Обоснование, выбор и согласование со стейкхолдерами *состава обобщённых результатов* обучения (подготовки) выпускников.
2. Разработка и согласование со стейкхолдерами (экспертами) *методов исследования и оценивания* обобщённого результата обучения выпускника и каждой из его составляющих.
3. Установление *конкретных требований (граничные значения) стейкхолдеров/экспертов* к уровням обобщённого результата обучения и его составляющих.
4. *Проведение «полевых» исследований* уровней обобщённого результата обучения выпускников/студентов и каждой из его составляющих.
5. *Расчёт значений составляющих* обобщённого результата обучения выпускника/студента
6. *Расчёт значения обобщённого результата* обучения выпускника с учётом вклада (удельный вес) каждой составляющей.
7. *Количественная оценка* качества инженерного образования выпускников инженерной образовательной программы на основе сравнения полученного расчётного значения обобщённого результата обучения с требуемым Заказчиком (граничные значения).

Математическое описание обобщённого результата обучения и его составляющих, по существу, является математической моделью качества инженерного образования, которая позволяет оценивать, исследовать и анализи-

ровать результаты обучения как в процессе подготовки будущих инженеров (студенты), так и при его завершении (выпускники).

## VII. Обоснование, выбор и согласование со стейкхолдерами/экспертами состава обобщённых результатов обучения (подготовки) выпускников

Современное инженерное образование и, следовательно, содержание обобщённого результата обучения будущего инженера не может ориентироваться только на профессиональные компетенции, обозначенные конкретным Заказчиком. Разнообразие заинтересованных сторон (стейкхолдеров) – личность, общество, государство, бизнес, широкий спектр и изменчивость требований каждой из них заставляют выбирать более сложный образ обобщённого результата обучения будущего инженера, включающий позиции, которые сделают инженера более востребованным в современном мире и более способным позитивно влиять на него. Кроме, безусловно, необходимого набора компетенций, инженер должен обладать рядом характерных особенностей, позволяющих ему успешно осуществлять профессиональную инженерную деятельность, развивать современный мир технологий, сохраняя природу, ресурсы, улучшая качество жизни человека. В этом случае важными представляются такие характеристики личности инженера, как мировоззрение, стиль мышления, заряженность на получение результата. В принципе, так или иначе, при подготовке современного инженера формирование этих характеристик предполагается и декларируется [18–20]. Однако на практике оценка уровня их сформированности осуществляется далеко не всегда.

Анализ материалов исследований, результаты которых представлены в многочисленных публикациях и были предметом дискуссий на различного рода конференциях и совещаниях, посвящённых проблемам инженерного образования, мнения экспертов, представляющих различные группы стейкхолдеров, свидетельствует о том, что в состав характеристик, формирующих образ качества инженерного образования, следует включать:

- *компетенции* (общекультурные, общепрофессиональные, профессиональные, надпрофессиональные...), содержание которых включает знания, умения, навыки устно и письменно демонстрировать

знания и умения (на экзаменах...), навыки (опыт) реальной профессиональной инженерной деятельности;

- *мировоззрение устойчивого развития*, характеризующее способность выпускника осознанно и убеждённо следовать принципам, ценностям и целям устойчивого развития ООН [21];
- *инженерное мышление*, позволяющее составить осмысленное представление о знаниях и методологии инженерной деятельности [22]. Прежде всего, это касается таких видов мышления, как *системное, критическое, аналитическое, творческое, алгоритмическое...*;
- *мотивацию выпускника к обучению и инженерной деятельности* в выбранном направлении, способствующую его абилитации – приобретению способности успешно адаптироваться к социальной и профессиональной среде, что обеспечивает стойкую возможность трудиться, учиться и быть полезным членом общества [23].

Количественная (0–1) оценка финального реально достигнутого обобщённого результата обучения ( $R_{i,r,f}$ ) конкретного (i) выпускника инженерной образовательной программы может быть представлена суммой произведений количественных показателей (0–1) выбранных частных характеристик (составляющих обобщённого результата обучения) на соответственный удельный вес (0–1) каждой из них (выражение 1):

$$1) R_{i,r,f} = \sum K_{i,n,f} * \gamma_n$$

где  $K_{i,n,f}$  – численное (0–1) значение частной (n) характеристики обобщённого результата обучения конкретного выпускника;  $\gamma_n$  – численное значение (0–1) удельного веса (вклада) n-й характеристики обобщённого результата обучения конкретного выпускника.

Следовательно, всегда численное значение оценки обобщённого результата обучения конкретного выпускника будет лежать в пределах от 0 до 1.

Для решения частных задач исследователи, если сочтут это более удобным, могут использовать как 10-балльную, так и 100-балльную шкалу, производя соответствующие арифметические действия.

В частном случае, учитывая возможность количественной оценки предложенных выше составляющих обобщённого финального (f) результата обучения конкретного

выпускника (i), уравнение для оценки будет иметь вид (выражение 2):

$$2) R_{i,r,f} = \{C_{i,r,f,\Sigma} * \gamma_C + S_{i,r,f} * \gamma_S + E_{i,r,f,\Sigma} * \gamma_E + M_{i,r,f,\Sigma} * \gamma_M\},$$

где  $C_{i,r,f,\Sigma}$  – показатель (0–1) уровня сформированности всех запланированных компетенций (Competences) у конкретного выпускника;  $S_{i,r,f}$  – показатель (0–1) уровня сформированности мировоззрения устойчивого развития (Sustainable development);  $E_{i,r,f,\Sigma}$  – показатель (0–1) уровня развития всех видов (суммарно) инженерного мышления (Engineering thinking);  $M_{i,r,f,\Sigma}$  – показатель (0–1) уровня мотивации (Motivation) выпускника к обучению и инженерной деятельности (суммарно);  $\gamma_C, \gamma_S, \gamma_E, \gamma_M$  – удельный вес (0–1), соответственно, каждой из составляющих обобщённого результата обучения, характеризующий её вклад в общий результат.

Рассмотрим возможные методы и подходы к количественной оценке составляющих обобщённого результата обучения как основной характеристике качества инженерного образования.

### Компетенции

Напомним здесь, что под компетенциями понимается *комплекс знаний, умений и навыков*. В том числе, *навыков устно и письменно демонстрировать знания и свою осведомлённость об умениях*, а также *навыков реальной профессиональной (производственной) инженерной деятельности*.

Как уже указывалось, использование компетентностного подхода при контроле результатов обучения на практике сведено к минимуму. Практика приёма экзаменов, какая бы строгая она ни была, не позволяет установить уровень освоения выпускником тех или иных компетенций, особенно в части оценки умений и навыков.

В связи с этим для оценки степени освоения компетенций выпускниками инженерных образовательных программ предлагается использовать методику тестирования, выстроенную с учётом экспертного мнения представителей промышленности и научно-образовательного сообщества.

Методика предполагает обязательное согласование с представителями стейкхолдеров или экспертным сообществом следующих позиций:

1. Содержание (описание основных требований) компетенций.

2. Содержание и характер вопросов, ответы на которые позволяют судить о степени освоения компетенции.
3. Содержание всех вариантов (правильных и неправильных) ответов на вопросы.
4. Время, предоставляемое для прохождения теста.
5. Условия проведения тестирования: предъявление одновременно всех вопросов либо по очереди, с ограничением времени ответа на каждый вопрос.

Опираясь на коллективное мнение группы экспертов (всего более 40 человек), представляющих промышленность и научно-образовательное сообщество, можно считать, что для выяснения степени освоения выпускниками инженерных программ запланированных компетенций достаточными и необходимыми являются следующие условия проведения тестирования:

- общее число планируемых и контролируемых компетенций 8–12;
- оптимальное количество вопросов для выяснения степени освоения каждой компетенции 15;
- общее число вариантов ответов, предлагаемых для выбора, 4, 5;
- соотношение числа вопросов «на знание»/«на умения» – от 0,2/0,8, до 0,5/0,5, в зависимости от характера компетенции;
- доля открытых вопросов в общем числе предлагаемых для ответов – не более 10 %, или могут не включаться в предлагаемый перечень;
- время, предоставляемое для ответов на вопросы теста, 1 минута на один вопрос, 15 минут – для ответов на вопросы по одной компетенции;
- при тестировании выпускникам предоставляется общее время для ответов на все предъявленные вопросы;
- тестирование может проводиться как по одной, так и по группе компетенций, включая их полный набор.

Предлагаемая методика комплексной количественной оценки уровня освоения компетенций выпускниками позволяет, при необходимости, учитывать различные показатели, характеризующие выпускника, такие, например, как средний балл (набранный к моменту тестирования), результаты тестирования, оцениваемые по доле правильных ответов на вопросы теста и скорости прохождения теста (навыки демонстрировать знания и навыки

демонстрировать знание того, «как действовать»), а также «навыки действовать реально», позволяющие судить об уровне практических, производственных навыков.

Исходя из этого количественный показатель уровня освоения выпускником всех планируемых компетенций с учётом среднего балла, набранного выпускником к моменту окончания вуза, и накопленного опыта практической деятельности может быть рассчитан по формуле:

$$3) C_{i,r,f,\Sigma} = \sum_0^{bcp} \left\{ \frac{b_i}{5} * \gamma_b + \gamma_c * \sum C_{i,r,f,n} + P_{ab,i} * \gamma_p \right\},$$

где  $C_{i,r,f,n}$  – численное значение уровня освоения  $i$ -м выпускником  $n$ -й компетенции;  $b_i$  – средний балл, набранный выпускником к моменту окончания вуза;  $P_{ab,i}$  – численный показатель уровня приобретённых студентом/выпускником практических навыков работы (Practical skills) по выбранному направлению инженерной деятельности;  $\gamma_b, \gamma_c, \gamma_p$  – соответственно, удельные веса вклада в общий результат освоенных компетенций среднего балла, уровня освоения компетенций в части знаний, умений и навыков устно и письменно демонстрировать знания и умения, а также практических навыков.

Выражение (3) позволяет, при необходимости, рассчитать значение уровня сформированности компетенций без учёта среднего балла успеваемости выпускника ( $\gamma_b=0$ ).

Численное значение, характеризующее уровень освоения  $i$ -м выпускником  $n$ -й компетенции ( $C_{i,r,f,n}$ ) может быть определено по результатам тестирования и рассчитано по формуле:

$$4) C_{i,r,f,n} = 0,6q_{i,n,\text{test}}(T/t_{i,n}),$$

где  $q_{i,n,\text{test}}$  – доля правильных ответов данных  $i$ -м выпускником при прохождении теста на уровень освоения  $n$ -й компетенции (0–1); 0,6 – нормирующий коэффициент;  $T$  – время, установленное для тестирования;  $t_{i,n}$  – время, затраченное экзаменуемым на ответы;

Граничные условия:

формула (4) справедлива при условиях:

1.  $(0,6T) \leq t_{i,n} \leq T$ ;
2. При любых значениях  $t_{i,n} \leq (0,6T)$ , всегда  $t_{i,n} = 0,6T$ .

Уровень сформированности мировоззрения устойчивого развития ( $S_{i,r,f}$ ) – относительный показатель (0–1) (Sustainable development), уровень развития инженерного мышления ( $E_{i,r,f,\Sigma}$ ), уровень мотивации вы-

пускников ( $M_{i,r,f,\Sigma}$ ) оцениваются по результатам анкетирования с использованием известных, опубликованных в открытых источниках анкет или по результатам анкетирования с использованием анкет, вопросы которых составлены с участием экспертов и представителей промышленности.

В общем случае *количественная оценка* любого показателя на основании анализа ответов на вопросы анкет осуществляется *по уровню отношения числа выбранных ответов, в которых содержатся признаки проявления планируемой компетенции к общему числу ответов*. Формат, используемый для заполнения анкет, свободный (online/offline).

### Уровень сформированности мировоззрения устойчивого развития ( $S_{i,r,f}$ )

Количественная оценка уровня сформированности у выпускника мировоззрения устойчивого развития осуществляется на основании анализа выбранных выпускником ответов на вопросы анкеты, содержащих предложения по достижению целей устойчивого развития ООН. Выбирая соответствующие ответы, выпускник демонстрирует или не демонстрирует свою приверженность целям и ценностям устойчивого развития.

$$5) S_{i,r,f} = n_s / N_s$$

где  $n_s$  – число ответов, содержащих предложения по достижению целей устойчивого развития ООН;  $N_s$  – общее число ответов.

Во всех случаях, когда показатель представляется комплексным, его количественная оценка осуществляется с учётом удельного вклада (удельного веса) каждой из составляющих.

### Оценка общего уровня развития инженерного мышления

Оценка общего уровня развития инженерного мышления у выпускника ( $E_{i,r,f,\Sigma}$ ) складывается из оценок уровней развития отдельных составляющих этого мышления, таких как: системное, критическое, аналитическое, творческое, алгоритмическое. Склонность к тому или иному виду мышления нередко определяет приоритетный вид инженерной деятельности и её результативность. Детальный анализ возможностей выпускника позволит использовать его потенциал более эффективно и быстро.

$$6) E_{i,r,f,\Sigma} = \{E_{i,r,f,s} * \gamma_{st} + E_{i,r,f,c} * \gamma_{ct} + E_{i,r,f,a} * \gamma_{at} + E_{i,r,f,m} * \gamma_{mt} + E_{i,r,f,d} * \gamma_{dt}\},$$

где  $E_{i,r,f,s}$ ,  $E_{i,r,f,c}$ ,  $E_{i,r,f,a}$ ,  $E_{i,r,f,m}$ ,  $E_{i,r,f,d}$  – соответственно, оценки уровней развития системного (S), критического (c), аналитического (a), творческого (m) и алгоритмического (d) мышления;  $\gamma_{st}$ ,  $\gamma_{ct}$ ,  $\gamma_{at}$ ,  $\gamma_{mt}$ ,  $\gamma_{dt}$  – удельные веса соответствующих обозначениям видов мышления.

**Оценка уровня мотивации выпускника** ( $M_{i,r,f,\Sigma}$ ) рассчитывается с учётом мотивации выпускника к учёбе (к совершенствованию и расширению своих знаний и умений), а также к труду в выбранном направлении инженерной деятельности:

$$7) M_{i,r,f,\Sigma} = \{M_{i,r,f,l} * \gamma_l + M_{i,r,f,ea} * \gamma_{ea}\},$$

где  $M_{i,r,f,l}$  – уровень мотивации выпускника к учёбе, к совершенствованию и расширению своих знаний и умений (learning);  $M_{i,r,f,ea}$  – уровень мотивации выпускника к труду в выбранном направлении инженерной деятельности (engineering activity);  $\gamma_l$ ,  $\gamma_{ea}$  – удельный вес, соответственно, мотивации выпускника к учёбе и к труду.

При этом удельный вес каждой из составляющих финального результата обучения может быть назначен при оформлении целевого заказа на подготовку специалистов с учётом мнения Стейкхолдера.

**Итоговая количественная оценка качества инженерного образования конкретного (i) выпускника инженерной образовательной программы ( $Q_{i,f}$ )** определяется как процентное отношение количественной оценки реальных, достигнутых выпускником обобщённых результатов обучения ( $R_{i,r,f}$ ) к количественной оценке требуемых (demand) обобщённых результатов обучения ( $R_{d,i,f}$ ).

$$8) Q_{i,f} = (R_{i,r,f} / R_{d,i,f}) * 100 \%$$

Граничные значения для оценки качества инженерного образования, в соответствии с принятым определением «Качество инженерного образования – степень соответствия достигнутых обобщённых результатов обучения выпускника инженерной образовательной программы сбалансированным требованиям стейкхолдеров, обеспечивающим его успешную профессиональную инженерную деятельность» и принципом «Целевой подготовки», выбирает Стейкхолдер – заказчик и/или группа стейкхолдеров по согласованию.

Допущения при оценке уровня качества инженерного образования могут выглядеть следующим образом:

- Отлично – более 90 %,
- Хорошо – 75–90 %,
- Удовлетворительно – 60–75 %.

**Корпоративный уровень качества инженерного образования** (группы, специальности, факультета, вуза...) рассчитывается как среднеарифметическое значение показателя качества инженерного образования выпускников, включённых в её состав.

$$Q_{\text{corp}} = \sum Q_{i.f} / N,$$

где  $Q_{\text{corp}}$  – численное значение уровня качества инженерного образования выпускников специальности, факультета, выпускников вуза);  $Q_{i.f}$  – численное значение уровня качества инженерного образования (i) выпускника;  $N$  – общее число студентов в оцениваемой группе.

### Заключение

Совокупность обозначенных в статье проблемных ситуаций в инженерном образовании, принятых допущений, сформулированных постулатов и принципов, предложенного алгоритма действий и математического аппарата для количественной оценки качества инженерного образования может быть рассмотрена как один из возможных подходов к решению задачи по управлению качеством инженерного образования в процессе подготовки инженерных кадров.

Математический аппарат, использованный для количественной оценки результатов обучения выпускников, вполне приемлем для контроля промежуточных результатов подготовки студентов к будущей инженерной деятельности.

Подход даёт возможность сформулировать спектр задач, решение которых позволит создать систему управления качеством инже-

нерного образования в процессе обучения будущих инженеров, в частности:

- уточнить понятие компетенций, обратив внимание на их практическую составляющую;
- определить и уточнить признаки, ориентируясь на которые можно было бы количественно оценить уровень достижения студентом планируемых результатов обучения;
- разработать непротиворечивые методы количественной оценки отдельных результатов обучения (компетенции, инженерное мышление, мировоззрение, мотивация);
- разработать методы контроля планируемых результатов обучения, позволяющие проводить исследование их формирования в процессе обучения;
- разработать методы контроля результатов обучения с учётом требований заказчика, позволяющие обеспечить требуемое качество инженерного образования выпускников, подготовленных по целевому заказу;
- разработать алгоритм подготовки специалистов с заданным уровнем качества по целевому заказу;
- разработать метод количественной оценки обобщённого результата обучения (качества инженерного образования), учитывающего уровень удовлетворения требований заказчика;
- разработать базы данных (цифрового портфолио/цифрового следа студентов, НПР, учебно-методических материалов) для использования в целях повышения качества инженерного образования.
- разработать информационно-советующую систему управления качеством инженерного образования в процессе обучения будущих инженеров.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Schwab K. Insight report: The Global Competitiveness Report 2019. World Economic Forum. – Geneva: SRO Kundig, 2019. – 648 p.
2. Сапрыкин Д.Л. Инженерное образование в России: история, концепция, перспективы // Высшее образование в России. – 2012. – № 1. – С. 125–137.
3. Похолков Ю.П. Национальная доктрина опережающего инженерного образования России в условиях новой индустриализации: подходы к формированию, цель, принципы // Инженерное образование. – 2012. – № 10. – С. 50–65.
4. Назарова И.Б. Вызовы для российских университетов и преподавателей // Высшее образование в России. – 2015. – № 8–9. – С. 61–68.
5. Ягофаров Д.А. Правовое регулирование системы образования – М.: ГОУ «Московский педагогический государственный университет», 2004. – 211 с.
6. Чанько А.Д., Баснер А.А. Корпоративные университеты: анализ деятельности в международных исследованиях // Российский журнал менеджмента. – 2015. – Т. 13. – № 3. – С. 79–110.

7. Шибанова Е.Ю., Платонова Д.П., Лисюткин М.А. Проект 5-100: Динамика и паттерны развития университетов // Университетское управление, практика и анализ. – 2018. – Т. 22. – № 3. – С. 32–48. DOI: 10.15826/umpra.2018.03.025
8. О мерах по реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030». Постановление Правительства Российской Федерации от 13.05.2021 № 729. URL: <https://base.garant.ru/400793960/> (дата обращения: 21.03.2022).
9. Воробьева И.М. Усиление роли инженерного образования и практической составляющей образовательных программ в техническом вузе // Молодой ученый. – 2015. – № 11 (91). – С. 1304–1307. URL: <https://moluch.ru/archive/91/19565/> (дата обращения: 21.03.2022).
10. Переосмысление инженерного образования. Подход CDIO / Э. Кроули, Й. Малмквист, С. Остлунд, Д. Бродер, К. Эдстрём. – М.: ИД ВШЭ, 2015. – 504 с.
11. De Graaf E., Kolmos A. Characteristics of problem-based learning // International Journal of Engineering Education. – 2003. – V. 19. – № 5. – P. 657–662. URL: <https://www.ijee.ie/articles/Vol19-5/IJEE1450.pdf> (дата обращения: 21.03.2022).
12. Обеспечение и оценка качества высшего образования / Ю.П. Похолков, А.И. Чучалин, О.В. Боев, С.Б. Могильницкий // Высшее образование в России. – 2004. – № 2. – С. 12–27.
13. Найниш Л.А. Точки бифуркации технического вуза // Образовательные технологии – 2020. – № 3. – С. 22–28.
14. Рубин Ю.Б., Соболева Э.Ю. Независимость оценки качества высшего образования: критерии, принципы, реалии // Высшее образование в России. – 2021. – № 3. – С. 26–42.
15. Гусятников В.Н., Безруков А.И., Каюкова И.В. Количественные методы оценки уровня компетенций для систем управления качеством образования // Современные технологии управления. – 2015. – № 3 (51). – Номер статьи: 5105. URL: <https://sovman.ru/article/5105/> (дата обращения: 21.03.2022).
16. Lee Yee Cheong. Evidence Based Education and the UN Sustainable Development Goals (SDGs) 2016–2030 // Children and Sustainable Development // Eds. A.M. Battro, P. Léna, M.S. Sorondo, J. von Braun. – Cham: Springer International Publishing, 2017. – С. 85–92. DOI: 10.1007/978-3-319-47130-3.
17. Tolkacheva K.K., Rozhkova S.V., Devyashina E. Expert assessment of mathematics teaching abstraction level // Engineering Education on Top of the World: Industry University Cooperation Proceedings of 44th SEFI Annual Conference, 12–15 September 2016, Tampere, Finland: Tampere University of Technology. – Brussels: SEFI, 2016. – 6 p. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28892292> (дата обращения: 21.03.2022).
18. Horvat M. Continuing engineering education as a driving force in university development // European Continuing Engineering Education, Conceptualizing the Lessons Learned / Ed. by P. Lappalainen. – Brussels: SEFI and TKK Diploi, 2009. – P. 15–29.
19. Арефьев А.Л. Об инженерно-техническом образовании в России. URL: [http://www.socioprognoz.ru/files/File/publ/Inkzenerno\\_tehnicheskoe.pdf](http://www.socioprognoz.ru/files/File/publ/Inkzenerno_tehnicheskoe.pdf) (дата обращения: 21.03.2022).
20. Шутова Л.А., Шутов А.И. Проблемы модернизации инженерного образования в России. URL: <http://kafedra.net.ua/ru/conferences/2014/107-2014-04-25-14-25-13.html> (дата обращения: 21.03.2022).
21. Цели в области устойчивого развития // Организация Объединенных Наций. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (дата обращения: 21.03.2022)
22. Пушканский Б.Я. Инженерное мышление, техническая картина мира, Мировоззрение инженера // Записки Горного института. – 2010. – Т. 187. – С. 188–201.
23. Похолков Ю.П. Инженерное образование России: проблемы и решения. Концепция развития инженерного образования в современных условиях // Инженерное образование. – 2021. – № 30. – С. 96–107.

Дата поступления: 25.03.2022 г.

UDC 378

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_10

## APPROACHES TO THE ASSESSMENT AND QUALITY ASSURANCE OF ENGINEERING EDUCATION

Yury P. Pokholkov<sup>1,2</sup>,

Dr. Sc., professor, head of the Research Center for Management and Technologies in Higher Education; president,  
pyuori@mail.ru

<sup>1</sup> National Research Tomsk Polytechnic University,  
30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russia

<sup>2</sup> LLC «Association for Engineering Education of Russia»,  
6, bld. 21, Leninsky avenue, Moscow, 119991, Russia.

The article presents an approach to the quantitative assessment of the quality of engineering education, which allows us to hope for the possibility of creating a quality management system for engineering education in the future. The analysis of problems and problem situations in engineering education is disclosed. The postulates and principles of organization of engineering education are formulated, which makes it possible to propose an algorithm of actions and a mathematical apparatus for quantitative assessment of learning outcomes and the quality of engineering education. The accepted assumptions allow presenting a comprehensive portrait of the quality of engineering education, which includes not only a list of required competencies, but also the level of formation of the sustainable development mindset among graduates and students of engineering programs, as well as the development level of their engineering thinking and the level of motivation for engineering work and self-improvement. A list of tasks is formulated in the conclusion; the solution of these tasks is essential for the creation of a quality management system for engineering education.

**Key words:** Quality of engineering education, engineering activity, graduates, engineering educational program, problem situations, postulates, principles, competences, sustainable development mindset, engineering thinking, motivation, quantitative assessment methods, quality control, algorithm of actions.

### REFERENCES

1. Schwab K. *Insight Report: The Global Competitiveness Report 2019*. World Economic Forum. Geneva, SRO Kundig, 2019. 648 p.
2. Saprykin D. Engineering education in Russia: history, conception, future trends. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2012, no. 1, pp. 125–137. In Rus.
3. Pokholkov Yu.P. National doctrine of advanced engineering education in Russia in the conditions of new industrialization: approaches to formation, purpose, principles. *Engineering education*. 2012, no. 10, pp. 50–65. In Rus.
4. Nazarova I.B. Challenges for Russian universities and teachers. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2015, no. 8–9, pp. 61–68. In Rus.
5. Yagofarov D.A. *Pravovoe regulirovanie sistemy obrazovaniya* [Legal regulation of the education system]. Moscow, Moscow State Pedagogical University Publ., 2004. 211 p.
6. Chanko A.D., Basner A.A. Korporativnye universitety: analiz deyatel'nosti v mezhdunarodnykh issledovaniyakh [Corporate universities: analysis of activity in international studies]. *Rossiyskiy zhurnal menedzhmenta*, 2015, vol. 13, no. 3, pp. 79–110.
7. Shibanova E.Yu., Platonova D.P., Lisyutkin M.A. Project 5-100: dynamics and development patterns of universities. *University Management: Practice and Analysis*, 2018, vol. 22, no. 3, pp. 32–48. In Rus. DOI: 10.15826/umpa.2018.03.025.
8. *O merakh po realizatsii programmy strategicheskogo akademicheskogo liderstva «Prioritet 2030»* [On measures to implement the program of strategic academic leadership «Priority 2030»]. Postanovlenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 13.05.2021 № 729 [Decree of the Government of the Russian Federation No. 729 of May 13, 2021]. Available at: <https://base.garant.ru/400793960/> (accessed: 21 March 2022).
9. Vorobyeva I.M. Usilenie roli inzhener'nogo obrazovaniya i prakticheskoy sostavlyayushchey obrazovatel'nykh programm v tekhnicheskoy vuzze [Strengthening the role of engineering education and the practical component of educational programs in a technical university]. *Molodoy ucheny*, 2015, no. 11 (91), pp. 1304–1307. Available at: <https://moluch.ru/archive/91/19565/> (accessed: 21 March 2022).

10. Krouli E., Malmkvist Y., Ostlund S., Broder D., Edstrom K. *Pereosmyslenie inzhenerenogo obrazovaniya. Podkhod CDIO* [Rethinking engineering education. CDIO Approach]. Moscow, HSE Publ., 2015. 504 p.
11. De Graaf E., Kolmos A. Characteristics of problem-based learning. *International Journal of Engineering Education*, 2003, vol. 19, no. 5, pp. 657–662. Available at: <https://www.ijee.ie/articles/Vol19-5/IJEE1450.pdf> (accessed: 21 March 2022).
12. Pokholkov Yu.P., Chuchalin A.I., Boev O.V., Mogilnitskiy S.B. Obespechenie i otsenka kachestva vysshego obrazovaniya [Ensuring and assessing the quality of higher education]. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2004, no. 2, pp. 12–27.
13. Naynish L.A. Tochki bifurkatsii tekhnicheskogo vuza [Bifurcation points of a technical university]. *Obrazovatelnye tekhnologii*, 2020, no. 3, pp. 22–28.
14. Rubin Yu.B., Soboleva E.Yu. Nezavisimost otsenki kachestva vysshego obrazovaniya: kriterii, printsipy, realii [Independence of the assessment of the quality of higher education: criteria, principles, realities]. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2021, no. 3, pp. 26–42.
15. Gusyatinov V.N., Bezrukov A.I., Kayukova I.V. Kolichestvennyye metody otsenki urovnya kompetentsiy dlya sistem upravleniya kachestvom obrazovaniya [Quantitative methods for assessing the level of competencies for education quality management systems]. *Sovremennyye tekhnologii upravleniya*, 2015, no. 3 (51), 5105. Available at: <https://sovman.ru/article/5105/> (accessed: 21 March 2022).
16. Lee Yee Cheong. Evidence Based Education and the UN Sustainable Development Goals (SDGs) 2016–2030. *Children and Sustainable Development*. Eds. A.M. Battro, P. Léna, M.S. Sorondo, J. von Braun. Cham, Springer International Publishing, 2017. pp. 85–92. DOI: 10.1007/978-3-319-47130-3.
17. Tolkacheva K.K., Rozhkova S.V., Devyashina E. Expert assessment of mathematics teaching abstraction level. *Engineering Education on Top of the World: Industry University Cooperation Proceedings of 44th SEFI Annual Conference 2016*, 12–15 September 2016. Tampere, Finland, Tampere University of Technology. Brussels, SEFI, 2016. 6 p. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28892292> (accessed: 21 March 2022).
18. Horvat M. Continuing engineering education as a driving force in university development. *European Continuing Engineering Education, Conceptualizing the Lessons Learned*. Ed. by P. Lappalainen. Brussels, SEFI and TKK Diploi, 2009. pp. 15–29.
19. Arefyev A.L. *Ob inzhenerno-tekhnicheskoy obrazovaniy v Rossii* [On engineering and technical education in Russia]. Available at: [http://www.socioprognoz.ru/files/File/publ/Inkzenerno\\_tekhnicheskoe.pdf](http://www.socioprognoz.ru/files/File/publ/Inkzenerno_tekhnicheskoe.pdf) (accessed: 21 March 2022).
20. Shutova L.A., Shutov A.I. *Problemy modernizatsii inzhenerenogo obrazovaniya v Rossii* [Problems of modernization of engineering education in Russia]. Available at: <http://kafedra.net.ua/ru/conferences/2014/107-2014-04-25-14-25-13.html> (accessed: 21 March 2022).
21. Tseli v oblasti ustoychivogo razvitiya [Sustainable Development Goals]. *Organizatsiya Obyedinennykh Natsiy*. Available at: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (accessed: 21 March 2022).
22. Pukshanskiy B.Y. The notions of engineering thinking, the technical picture, the worldview of engineer's. *Journal of Mining Institute*, 2010, vol.187, pp. 188–201. In Rus.
23. 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.

Received: 25 March 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. 12,56. Уч.-изд. л. 11,36.  
Заказ 141-22. Тираж 100 экз.



**Издательство**

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЖУРНАЛ АССОЦИАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

# ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ